This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

41

Harvard Medical School

Bowditch Library

The Gift of

Prof. Henry P. Bowditch

# UNTERSUCHUNGEN

ZUR

# NATURLEHRE

DES

## MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

**JAC. MOLESCHOTT.**

JAHRGANG 1859.

VI. BAND.

Mit Abbildungen.

GIESSEN, 1860.

FERBER'SCHE UNIVERSITÄTS-BUCHHANDLUNG.

(EMIL ROTH.)

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

41

# INHALT.


I. Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes. Von Dr. A. Rollett. Mit 2 Tafeln . . . . . 1

II. Ueber die Fortpflanzung der Muskeln. Von Prof. J. Budge. Mit 1 Tafel. 40

III. Ueber die Wirkung der Sitzbäder, der Brause und der nassen Einwickelung auf den Ausscheidungsprocess. Von Dr. Boecker . . . . . 51

IV. Die verschiedenen Formen der quergestreiften Muskelfasern. Von A. v. Biesiadecki und A. Herzig. Mit 3 Tafeln . . . . . 105

V. Ueber das Gefüge der Substantia propria cornea. Von Dr. A. Rollett. Mit 1 Tafel . . . . . 110

VI. Untersuchungen über die physiologische Wirkung des Kakodyloxydes und der Kakodylsäure. Von Prof. Dr. C. Schmidt und Dr. O. Chomse. 122

VII. Beiträge zur Lehre von den Arsenikwirkungen. Von Prof. Dr. C. Schmidt und Dr. E. Bretschneider . . . . . 146

VIII. Beitrag zur Geschichte der Physik der electrischen Fische. Von Dr. W. Keferstein . . . . . 158

IX. Ueber Gallenfarbstoffe und ihre Auffindung. Von E. Brücke . . . . 173

X. Zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder. Entgegnung von Dr. L. Lehmann . . . . . 178

XI. Zur Physiologie der sogenannten „Hemmungsnerven". Eine Erwiederung an Dr. E. Pflüger in Berlin. Von J. M. Schiff . . . . . 201

XII. Der erste Hirnnerv ist der Geruchsnerv. Von J. M. Schiff . . . . 254

XIII. Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes der Fische. Von L. Mauthner . . . . . 268

XIV. Ueber die Sprache bei luftdichter Verschliessung des Kehlkopfes. Von J. Czermak . . . . . 275

XV. Ueber den Einfluss der arsenigen Säure auf den Stoffwechsel. Von Prof. Dr. C. Schmidt und E. Stürzwage . . . . . 283

XVI. Ueber die Gefühllosigkeit des Rückenmarkes für fremde Einflüsse. Von J. van Deen . . . . . 297

XVII. Notiz über die Herleitung physiologischer und pharmakodynamischer Wahrheiten aus coordinirten Beobachtungsreihen. Von Prof. Radicke. . . 307

XVIII. Antikritik, zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder, auf die Entgegnung von Hrn. L. Lehmann. Von Dr. Boecker . . 315
XIX. Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachsthum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. Von Dr. Ph. Margo. 327
XX. Untersuchungen über das chylopoëtische und uropoëtische System der Blatta orientalis. Von J. Basch . . . . . 350
XXI. Ein Beitrag zur Kenntniss der glatten Muskeln. Von Jac. Moleschott. 380
XXII. Neue Vergleichung der Becken- und Brust-Glieder des Menschen und der Säugethiere, von der Drehung des Oberarmbeins hergeleitet. Von Prof. Charles Martins . . . . . 403
XXIII. Beiträge zur Lehre von der Verdauung. Von Prof. Ernst Brücke . 479
XXIV. Ueber die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die motorischen Nerven. Von v. Bezhold . . . . . 535
XXV. Ueber Herzreizung und ihr Verhältniss zum Blutdruck. Von Dr. Einbrodt. 537

# I.

## Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes.

Von **Dr. Alexander Rollett,**
Assistent bei der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität. [1])

(Mit 2 Tafeln.)

Der grosse Umfang der Bindegewebs-Literatur ist allgemein bekannt.

Leichter als das bibliographische Detail derselben, lässt sich der geschichtliche Hergang ihrer Entwicklung überschauen. In den letztverflossenen dreissiger Jahren wurde durch Jordan, Schwann und Henle jene Lehre vom Bindegewebe ausgebildet, welche uns in Henle's „allgemeiner Anatomie" überliefert vorliegt.

Aber schon im Jahre 1845 sprach Reichert ganz entgegengesetzte Ansichten über das Bindegewebe aus, indem er das mikroskopische Bild desselben herleitete von einer eigenthümlichen Faltung und Runzelung einer an sich structurlosen Substanz, die er auf Grund des von ihm aufgestellten Continuitätsgesetzes der ungeformten Grundlage des Knochens und Knorpels verwandt erklärte.

Im Jahre 1851 suchten Virchow und Donders jene Verwandtschaft auf histogenetischer Basis zu befestigen, indem sie auch die Analogen der Knochen und Knorpelkörperchen im Bindegewebe nachwiesen und jetzt für den histologischen Begriff des Bindegewebes

[1]) Aus dem XXX. Bande der Sitzungsberichte der kaiserlich österreichischen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

dieselbe Gliederung in zwei wesentliche Bestandtheile in Anspruch nahmen, wie für den Begriff des Knorpels und des Knochens.

Dieses wechselvolle Schicksal des Bindegewebes eiferte die meisten Histologen an, ihr Votum in dieser Sache abzugeben und es bildeten sich im Verlaufe eines noch immer wachen Streites drei Parteien aus.

Nur einige Histologen nahmen die alte Lehre in Schutz.

Eine geringe Zahl blieb unentschieden, oder machte der alten und der neuen Lehre Zugeständnisse.

Die grosse Mehrzahl aber neigte sich zur neuen Lehre hin und suchte dieselbe weiter auszubilden.

Unter dem Einfluss dieser letzteren Partei gewann der Begriff Bindegewebe eine immer grössere und grössere Ausdehnung und ist, weil ihm die verschiedenartigsten Texturen auf Grund der neuen Verwandtschaftslehre unterstellt werden konnten, zu einer blossen Abstraction geworden, in deren weites Gebiet auch jenes Gewebe mit wirren Grenzen verschwommen ist, auf dessen Auffassung in den dreissiger Jahren ich zu Anfang hingewiesen habe und für welches Johannes Müller den Namen „Bindegewebe" zuerst eingeführt hat.

Mehr als das Knochen- und Knorpelgewebe hat es seine Selbständigkeit jener Verwandtschaft zum Opfer gebracht, indem nur diese letztere beinahe alle Sorgfalt der Histologen in Anspruch nahm. Man begnügte sich, wenn man irgend welche Textur Bindegewebe nennen konnte und verlangte von der Naturerscheinung derselben keine weiter charakterisirte Vorstellung, als die, welche in jener Abstraction enthalten war; denn damit hatte man ja was man wollte erreicht, man konnte die fragliche Textur von einem allgemeinen histogenetischen Standpunkte aus beurtheilen.

Trotz des raschen Fortschrittes, welchen die neue Bindegewebslehre machte, blieb doch immer noch der Widerspruch, welcher sich vom Anfange gegen dieselbe erhoben hatte, bestehen und zahlreiche Meinungsdifferenzen über das Wesen des Bindegewebes existiren unvermittelt neben einander.

Diese Wahrnehmungen veranlassten mich zu untersuchen, was sich denn durch eine ganz voraussetzungslose Analyse bestimmter Objecte

in Beziehung auf die Eigenschaften, die Form und Lagerungsverhältnisse des zur Constituirung jener Objecte verwendeten Materials feststellen lässt.

Einige Beobachtungen, die sich mir während dieser Arbeit ergaben, werde ich im Folgenden mittheilen, weil es wünschenswerth wäre zu wissen, wie sie sich mit den gangbaren Ansichten vom Bindegewebe in Einklang bringen lassen.

## I. Die Zerlegbarkeit der Bindegewebsmassen.

Wendet man auf das Bindegewebe die einfach instrumentale Präparationsweise an, deren sich die feinere Anatomie bedient, um die in einem Gewebe enthaltenen Formbestandtheile in möglichst natürlicher Begrenzung aus ihrer wechselseitigen Verbindung zu ziehen, so erhält man aus dem Bindegewebe der verschiedensten Organe cylindrische Massen von einem grösseren oder geringeren Querschnitt, die schon mit freiem Auge als solche erkennbar sind und sich unter der verschiedenen Benennung von Faserzügen, Strängen, secundären Bündeln oder strangförmigen Bindegewebsmassen die Anerkennung aller Anatomen erworben haben.

Es ist ferner eine allgemein anerkannte Thatsache, dass jene cylindrischen Massen sich in der Richtung ihrer Längsaxe leicht in immer dünnere und dünnere Theile zerfällen lassen und die Richtung dieser leichten Spaltbarkeit auf jenen Bindegewebsmassen durch eine unter dem Mikroskope erkennbare dunkle Längsstreifung vorgezeichnet ist.

Präparirt man sich einen jener Stränge, welche die Sehnen des erwachsenen Menschen constituiren, und bringt ein etwa zollanges Segment desselben auf einen Objectträger, so überzeugt man sich, dass die erwähnte leichte Spaltbarkeit in jeder mit der Längenaxe parallelen Richtung vorhanden ist, an jedem der erhaltenen Spaltungsstücke sieht man unter dem Mikroskope die charakteristische Längsstreifung und ausserdem feinfädige Fransen, welche von den Flanken jener Stücke

unter spitzen Winkeln abtretend in die das Object umgebende Flüssigkeit hinaushängen.

Die leichte Spaltbarkeit des Bindegewebes in der Richtung einer unter dem Mikroskope wahrnehmbaren Längsstreifung stellt, wie gesagt, Niemand in Abrede und sie muss ihren mechanischen Grund haben, welcher erst dann mit Recht in einer molecularen Anordnung zu suchen ist, wenn man sich überzeugt hat, dass er der mikroskopischen Erschauung unzugänglich ist.

Die Erklärung, welche Reichert und seine Anhänger von dem mikroskopischen Verhalten des Bindegewebes geben, setzt die an demselben sichtbare Längsstreifung ausser allen Zunammenhang mit der nach der Richtung dieser Streifen vorhandenen Zerlegbarkeit, denn in der Annahme einer Faltung oder Runzelung einer durchaus homogenen Substanz lässt sich zwar die erste der genannten Eigenschaften des Bindegewebes begründen, nicht aber auch die letztere.

Jene Ansicht hingegen, welche vor Reichert die allgemein herrschende war, brachte die mikroskopische Längsstreifung und die in der Richtung derselben gestattete leichte Spaltbarkeit unter die einheitliche Vorstellung einer Faserigkeit des Bindegewebes.

Nachdem ich die eben angeführten Anschauungsweisen einander gegenübergestellt habe, halte ich es nicht auch für zweckmässig, alle schon gebrauchten Gründe, welche für oder gegen dieselben sprechen, hier wieder abzuwägen. Es hat dieses Geschäft, was schon so oft unternommen wurde, nie zur Schlichtung der bekannten Controversen geführt.

Ich will vielmehr sogleich an die Mittheilung von Beobachtungen gehen, welche mir geeignet scheinen, einen Aufschluss über den wahren Sachverhalt zu geben. Ich lernte im Kalkwasser eine Flüssigkeit von eigenthümlicher Wirkung auf bindegewebige Texturen kennen und dem Kalkwasser gesellte sich auf Anrathen meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor Brücke, das ähnlich aber energischer wirkende Barytwasser bei.

Legt man ein Stück Sehne vom erwachsenen Menschen in Kalkwasser und lässt es darin durch 6—8 Tage oder noch länger liegen, so

bemerkt man an demselben keine andere Veränderung, als dass die peripherischen Partien desselben ein wenig durchscheinend werden.

Bringt man aber einen der cylindrischen Stränge, welche die Sehne zusammensetzen, auf ein Objectglas und übt auf die Flanken jenes Stranges etwa in der Mitte seiner Länge auch nur einen sehr mässigen, zur Längsrichtung senkrechten Zug nach entgegengesetzten Seiten aus, so breitet sich derselbe in dem durch die auseinander gezogenen Präparirnadeln abgemarkten Raume zu einer Lage von theils gröberen, theils feineren, theils sehr feinen Fäden aus, von denen die zuletzt genannten durch eine Auffaserung der ersteren sich herstellen.

Es liegen diese Fäden auf verschiedene Weise über einander, und indem sie nach entgegengesetzten Richtungen hin verlaufen, kreuzen sie sich unter spitzen Winkeln. Durch die zwischen ihnen vorhandenen Räume sieht man direct auf die Oberfläche des Objectglases.

Es gelingt aber niemals, einen also behandelten Sehnenstrang in Form einer Membran auseinander zu ziehen, deren dünnster mittlerer Theil in allmälig aufgewulstete Seitenränder überginge, wie dies doch mit einer in die oben beschriebene Zugsrichtung aufgenommenen structurlosen dehnbaren Masse der Fall sein müsste, sondern stets stellen sich auf den leisesten Zug zahlreiche, mit der Längsrichtung des Sehnenstranges parallel laufende Klüftungen her, welche die oben näher beschriebenen Partien von Sehnensubstanz gegen einander abgrenzen.

Diese Erscheinungen zwingen uns aber eine Discontinuität der den Sehnenstrang bildenden Substanz in jeder mit der Längenaxe parallelen Richtung anzunehmen.

Das Barytwasser verändert schon in kürzerer Frist, etwa nach 4—6 Stunden, die Sehnen in derselben Weise, wie dies durch das Kalkwasser geschieht. Nur werden die Sehnenstücke im Barytwasser im höheren Maasse durchscheinend. In dieser letzteren Flüssigkeit quellen auch die Sehnen etwas mehr an als im Kalkwasser, es ist aber das Quellungsmaximum der Sehnensubstanz weder für das Barytwasser, noch für das Kalkwasser bedeutend grösser, als für gemeines Wasser, und die Volumsveränderung der eingelegten Sehnenstücke in beiden Fällen keine beträchtliche.

Für die mikroskopische Untersuchung der mit Kalk- oder Barytwasser behandelten Sehnenstücke ist es nothwendig, den in ihnen enthaltenen Kalk oder Baryt zu entfernen, weil man sonst ein durch sich bildenden kohlensauren Kalk oder Baryt verunreinigtes Object erhält und in der gründlichen Durchforschung desselben durch den körnigen oder krystallinischen Niederschlag vielfach gestört wird.

Zum grössten Theile kann man das Kalk- oder Barythydrat schon dadurch entfernen, dass man die Sehnenstücke, so wie man sie aus dem Kalk- oder Barytwasser herausholt, alsogleich in destillirtes Wasser bringt, sie auswäscht und einige Zeit in Wasser liegen lässt. Es geht dadurch auch jener geringe Grad des Durchscheinens und der Aufquellung verloren, welcher den Sehnenstücken in den alkalischen Flüssigkeiten eigen wurde und sie erhalten das schön weisse und undurchsichtige Ansehen des frischen Zustandes wieder.

Noch besser und sicherer gelingt die Entfernung des Kalkes oder Barytes, wenn man die betreffenden Sehnenstücke in destillirtem Wasser ausspült, dem man so wenig Essigsäure zugesetzt hat, dass diese eben hinreicht, um den vorhandenen Kalk oder Baryt zu neutralisiren, aber nicht auch, um die bekannte Essigsäurewirkung am Bindegewebe hervorzubringen.

Hat man sich so ein für die feinere Untersuchung taugliches Object geschaffen, so sieht man, dass sich in dem mikroskopischen Bilde, welches von was immer für einer Partie der in obiger Weise auf den Objectträger ausgebreiteteten Sehne entworfen wird, genau dieselben Verhältnisse ausprägen, welche ich für die Beschauung mit freiem Auge von dem ganzen Sehnenstrange angegeben habe. Feine Fädchen liegen theils dicht an einander gedrängt, theils durch grössere Zwischenräume getrennt und isolirt verlaufend im Sehfelde.

Die durch eine solche Zerfällung erhaltenen feinsten Fasern sind jene bekannten Formelemente, welche von den Autoren als äusserst zarte, wasserhelle, scharf contourirte, unverzweigte und auf weite Strecken hin gleich dick bleibende Fäserchen unter dem Namen der Bindegewebsfibrillen aufgeführt werden, deren Durchmesser man mit dem Ocularmikrometer nur schätzungsweise auf höchstens 0,0002 bis

0,0003 Millim. bestimmen kann, die man aus frischem Bindegewebe durch Zerreissen desselben in immer dünnere und dünnere Flocken schon seit langer Zeit zur Anschauung brachte, über deren Existenz aber seit dem Jahre 1845 gestritten wird.

Im gegenwärtigen Falle wurden sie unter Umständen gewonnen, welche unser Urtheil über den Grund der am frischen Sehnengewebe in einer bestimmten Richtung vorhandenen Spaltbarkeit, über die Natur der durch Kalk- oder Barytwasser isolirten Fasern und die Structur des aus ihnen constituirten Gewebes vollkommen sicherstellen.

Es lassen sich die gemachten Erfahrungen zugleich gegen ein Argument aufführen, welches Reichert[1]) im Jahre 1850 noch gegen die Faserigkeit des Bindegewebes vorgebracht hat, indem er sagt: „Fibrillen und auch nicht isolirt gegebene Bündel derselben aus der Grundsubstanz eines leicht spaltbaren Bindegewebes darzustellen, ist bekanntlich kein Kunststück, kann aber auch leider zur Schlichtung der obigen Controverse (über die Structur des Bindegewebes) nichts beitragen. Ohne Zerrung die Fibrillen darzustellen, das ist ein Kunststück, welches Referent noch nicht kennt. Weder Maceration, noch das Kochen, noch chemische Agentien, durch welche Mittel selbst solche im frischen Zustande schwer zerlegbare Fasermassen zum Zerfallen in ihre Elemente gebracht werden, haben zu gleichen Resultaten bei dem Bindegewebe geführt, obschon häufig nachweisbar eine Veränderung der morphologischen Beschaffenheit desselben nicht eingetreten ist. Die Resultate solcher Versuche sprechen durchaus gegen die Existenz isolirter Fibrillen und Fasern der Sehnensubstanz.“

So wie an dem Bindegewebe der Sehnen, so wird auch an dem Bindegewebe anderer Gebilde durch die Behandlung mit Aetzkalk oder Aetzbaryt der Zusammenhang des leimgebenden Stromas gelockert, ich werde von den dabei stattfindenden Eigenthümlichkeiten später handeln.

Das Kalk- oder Barytwasser verändert die morphologische Beschaffenheit des Bindegewebes nicht, es greift die leimgebende Masse

[1]) Bericht über die Fortschritte der mik. Anatomie i. J. 1850. Müller's Archiv 1851.

des Bindegewebes nicht an, lockert aber den festen Zusammenhang derselben auf und gestattet die Isolirung faseriger Formelemente aus derselben.

Eine weitere Untersuchung ergibet, dass, während sich jene Abänderung der mechanischen Verhältnisse des Bindegewebes herstellt, in das Kalk- oder Barytwasser eine geringe Menge einer Substanz übergeht, welche durch Säuren wieder aus jenen alkalischen Flüssigkeiten herausgefällt werden kann.

Mit der Anwesenheit jener Substanz im Bindegewebe fällt also das innige Aneinanderhaften der Formbestandtheile desselben zusammen.

Um sich von den angegebenen Thatsachen zu überzeugen, benutze man Bindegewebe in seiner reinsten Form, also Stücke, die aus dem Verlauf grösserer frischer Sehnen herausgeschnitten wurden. Legt man dieselben in eine nicht zu grosse Menge von Kalk- oder Barytwasser ein und untersucht diese Flüssigkeiten, nachdem sie 24 Stunden über den Sehnen gestanden hatten, so findet man, dass sie sich durch Zusatz von Essigsäure, verdünnter Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure trüben und sich ein flockiger Niederschlag daraus absetzt.

Hat man mit verdünnter Salpetersäure gefällt und diese im Ueberschuss zugesetzt, so sieht man, wenn man das Ganze erhitzt, dass in der Flüssigkeit eine blass citrongelbe Farbe entsteht, die, wenn man in die abgekühlte Flüssigkeit Ammoniak bringt, in die schön gelbe Farbe des xanthoproteinsauren Ammoniaks übergeht Diese Reaction kann man auch benutzen, um geringere Mengen jenes Eiweisskörpers im Kalk- oder Barytwasser nachzuweisen.

Der auf den Zusatz einer Säure entstehende Niederschlag ist mehr oder weniger reichlich, je nach dem Verhältniss der verwendeten Sehnen zur Menge des angewendeten Kalk- oder Barytwassers, d. h. nach dem Grade der Sättigung jener alkalischen Flüssigkeiten mit der darin löslichen Substanz.

Zieht man eine beliebige Menge kurz abgeschnittener Sehnenstücke mit Kalk- oder Barytwasser aus und erneut diese Flüssigkeiten ein oder mehrere Male, so geht bald nichts mehr weiter aus den Sehnenstücken in die alkalischen Lösungen über.

Es ist wahrscheinlich, dass jener Eiweisskörper, an dessen Anwesenheit im Bindegewebe das feste Aneinanderkleben der leimgebenden Formelemente geknüpft ist, auch noch von anderen Lösungsmitteln z. B. von verdünnten Mineralsäuren oder verdünnten Lösungen der eigentlichen Alkalien angegriffen wird.

Aber alle diese Lösungsmittel bewirken auch ein bedeutendes Aufquellen der leimgebenden Masse des Bindegewebes, so dass dieselbe, wie bekannt, in eine durchscheinende Gallerte verwandelt wird, an welcher die mikroskopischen Charaktere des Bindegewebes vollkommen verwischt erscheinen; der Umstand, dass ein solches Anquellen der leimgebenden Substanz des Bindegewebes nach der Anwendung des Kalk- oder Barytwassers nicht stattfindet, macht diese Flüssigkeiten eben zu so schätzenswerthen Untersuchungsmitteln des Bindegewebes.

Ich muss jetzt noch anführen, dass schon Schwann[1]) von einer zwischen die Formbestandtheile des Bindegewebes eingelagerten Zwischensubstanz spricht, die er als das letzte Ueberbleibsel jenes embryonalen Blastems betrachtet, in welchem sich das Bindegewebe entwickeln soll.

Henle[2]) hat sogar eine fein granulirte Masse, die sich als Zwischensubstanz in den Maschen der Arachnoidea vorfindet, abgebildet.

Obwohl ich mich selbst nicht mit der Untersuchung der chemischen Charaktere der in das Kalk- oder Barytwasser übergegangenen Eiweisssubstanz beschäftigt habe, erwähne ich hier doch, dass in den Wandungen der Schlagadern von Schulze[3]) Casein nachgewiesen wurde, welcher Stoff, wie Moleschott[4]) bestätigte, auch im Zellgewebe in geringer Menge vorkommen soll.

---

[1]) Mikroskopische Untersuchungen etc. Berlin 1839, p, 134.

[2]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841, p. 349.

[3]) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 71, p. 277 u. s. w.

[4]) Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren. Erlangen 1851, p. 367.

## II. Das Bindegeweblager der Lederhaut.

Die leimgebende Substanz des Bindegewebes ist in verschiedenen bindegewebigen Organen nach einem verschiedenen Plane angeordnet.

Man kann die Lederhaut einerseits und die Sehnen andererseits gleichsam als die Repräsentanten solcher verschiedener Anordnungen ansehen.

Abgesehen von der ganz bestimmten und nur nach der Verschiedenheit der Organe oder der Thierclasse wechselnden Lagerungsrichtung, welche die Bindegewebszüge in den verschiedenen Texturen gegen einander einhalten, worauf schon Bruch[1]) und Leydig[2]) aufmerksam gemacht haben, kommen auch innere Verschiedenheiten jener Bündel vor.

Behandelt man die Bindegewebsbündel des Rindercorium mit Kalk- oder Barytwasser, so lassen sich aus einem solchen Bündel zunächst eine Anzahl von Abtheilungen isoliren, welche einen bedeutenderen Durchmesser als die unter dem Namen der Bindegewebsfibrillen bekannten Fäserchen darbieten.

Ich will für diese beim Rinde 0,003—0,006 Millim. dicken Abtheilungen den Namen Bindegewebsfaser gebrauchen.

Eine solche Faser erscheint unter dem Mikroskope vollkommen glatt und ungestreift und trägt, wenn nicht, wie dies manchmal an einzelnen Fäden der Fall ist, eine theilweise der Längenaxe parallele Zerspaltung eingetreten ist, keinerlei Anzeichen, dass sie aus dünneren Faserelementen zusammengesetzt sei.

Man überzeugt sich leicht, dass die an den Bündeln des frischen Corium wahrnehmbare Längsstreifung von den Contouren der neben einander liegenden Bindegewebsfasern herrührt.

Nach längerem 10—12tägigem Verweilen des Hautstückes in Kalkwasser spalten sich die in den Bündeln desselben enthaltenen Bindegewebsfasern ebenfalls in der Richtung ihrer Längenaxe.

Man kann sich von den angegebenen Verhältnissen am besten

[1]) Henle und Pfeufer's Zeitschrift. Bd. VII, p. 378 u. 379.

[2]) Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857, p. 79.

durch die Untersuchung gegerbter Häute überzeugen. Die dem Gerben vorausgehenden Proceduren haben in der Regel nur zu einer Isolirung der Bindegewebsfasern geführt.

Reisst man aus einem Stück Rindsleder einen jener cylindrischen Stränge, welche der Fleischseite desselben das bekannte filzige Ansehen ertheilen mittels einer Pincette heraus und untersucht ihn mikroskopisch, so sieht man, dass derselbe alle Verhältnisse des frischen Bindegewebes, aber auf die deutlichste Weise ausgeprägt, an sich erkennen lässt.

Jeder solche Strang (Fig. 1) besteht aus einem Bündel von Bindegewebsfasern, deren neben einander liegende Contouren das längsgestreifte Ansehen jenes Stranges hervorbringen, und zerlegt man einen solchen Strang in jene leicht isolirbaren Fasern, so sieht man, dass diese vollkommen glattrandig durchsichtige Cylinder von gleichmässigem Durchmesser darstellen.

Nachdem ich diese Erfahrung gemacht hatte, schien es mir überhaupt erspriesslich das Leder einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, indem die Textur des Bindegewebes in demselben vollständig erhalten war, man aber in der gerbsauren Collagensubstanz ein Object vor sich hat, welches von anderen durch seine Starrheit und die Prägnanz seiner Verhältnisse eben so vortheilhaft verschieden ist, als die meisten pflanzenanatomischen Objecte von denen der Thierhistologie.

Es kam mir nun zunächst darauf an zu untersuchen, welchen Einfluss die bis zur vollendeten Gerbung der Haut wirksamen Processe auf das Bindegewebe ausüben und mir, da ich dies nirgend anders her beziehen konnte, Menschenleder selbst zu erzeugen. Beides lässt sich auf verhältnissmässig einfache Weise ausführen.

Man braucht dazu fürs erste eine Anzahl von Flaschen und Gläsern. Ich verwendete Gefässe, deren eines beiläufig 0,27 Litre enthielt.

Ein Stück Haut vom erwachsenen Menschen wurde von dem unterliegenden Fettgewebe möglichst gereinigt, in eine jener Flaschen gelegt, mit Kalkwasser übergossen und darnach die Flasche zugekorkt.

Ich habe schon früher die Einwirkung des Kalkwassers auf bindewebige Texturen besprochen. Hier muss ich erwähnen, dass die Behandlung der zu gerbenden Häute mit Kalk in Substanz bis in die frühesten Zeiten der Gerberei zurückreicht.

Der erste, welcher die Anwendung des Kalkwassers einführte, war A. Seguin[1]), derselbe, welcher mit Lavoisier über die Respiration experimentirte und die Abhandlung über Hautsecretion und den Einfluss der Bäder schrieb.

Er erfand zur Zeit des Wohlfahrts-Ausschusses die Schnellgerberei.

Man giebt an, dass die Häute zum Zwecke des Enthaarens gekalkt werden und allerdings lösen sich die Haare, und nicht nur diese, sondern die sämmtlichen Oberhautgebilde von einer in Kalkwasser eingelegten Haut mit der grössten Leichtigkeit ab.

Dass aber die Enthaarung und Befreiung der Haut von der Epidermis nicht der alleinige Grund des Kalkens sein können, hat schon Hermbstädt[2]) auseinandergesetzt. Er sagt, dass die Häute, um gutes und geschmeidiges Leder zu liefern, länger im Kalkwasser zubringen müssen, als zu ihrer Enthaarung nothwendig ist, und hat sogar aus dem Kalkwasser, mit dem er Stückchen Rinderhaut durch 14 Tage behandelt hatte, mittels Salzsäure eine Masse herausgefällt, über deren Natur er aber sehr unrichtige Vorstellungen hatte, indem er sie für ein aus einer löslichen Kalkseife abgeschiedenes Fett hielt.

Man überzeugt sich durch Untersuchung des zur Extraction eines Hautstückes verwendeten Kalkwassers leicht, dass eine Eiweisssubstanz in dasselbe übergegangen ist, die sowie sie zwischen die Formbestandtheile des Bindegewebes eingelagert ist, wahrscheinlich auch zwischen dem Corium und den Oberhautgebilden sich befindet.

Ich kehre nun zu dem im Kalkwasser liegenden Hautstücke zurück.

Die Oberhaut lässt sich in einigen Tagen von demselben abstreifen.

---

[1]) Lelièvre et Pelletier: Rapport au comité de salut public sur les nouveaux moyens de tanner les cuirs, proposé par le citoyen Armand Seguin, aus dem Journal des arts et manufactures. Paris. Année 4. übersetzt in Hermbstädt's Journal Bd. I, Berlin 1802, p. 187.

[2]) Chemisch-technologische Grundsätze der gesammten Ledergerberei. II. Bd. Berlin 1807, p. 210.

Ueberzeugt man sich, dass schon eine ziemliche Menge jener Eiweisssubstanz in das Kalkwasser übergegangen ist, so kann man dasselbe erneuen, um das Hautstück möglichst vollständig auszuziehen. Nachdem es der Einwirkung der alkalischen Flüssigkeit im Ganzen 8 Tage lang ausgesetzt war, bringt man es, um den Kalk daraus zu entfernen, in schwach angesäuertes Wasser, wie das zu Anfang schon angegeben worden ist.

Die vollständige Entfernung des Kalkes ist unumgänglich nothwendig, damit man bei der nachfolgenden Behandlung der Haut mit Tannin nicht einen guten Theil der Wirksamkeit des letzteren vernichte, indem sich, wenn Kalk im Ueberschuss in die gerbsaure Lösung gelangt, ein körniger Niederschlag von unlöslichem, basisch gerbsaurem Kalk bilden würde, im umgekehrten Falle aber bei überschüssigem Tannin zwar eine lösliche Verbindung von neutralem gerbsauren Kalk entstehen würde, die aber keine gerbenden Eigenschaften hat.

Ist also die Haut vom Kalke vollkommen befreit, so bringe man sie in eine mit schwacher Tanninlösung gefüllte Flasche. Man prüfe gleichzeitig ein Wenig jener Lösung durch Hinzutropfen von Leimlösung auf den beiläufigen Gerbsäuregehalt.

Die thierische Haut zieht bald allen Gerbestoff vollständig an sich. Pelouze[1]) hat diese Eigenschaft der thierischen Haut sogar benutzt, um aus einem Gemenge von Gerb- und Gallussäure die erstere vollständig zu entfernen, und aus der Gewichtszunahme der benutzten Haut quantitativ zu bestimmen.

Man prüfe daher, nachdem man die Haut in die Tanninlösung eingelegt hat, diese letztere von Zeit zu Zeit auf ihren Gehalt an Gerbsäure durch Hinzutropfen von Leimlösung und setze, so oft man bemerkt, dass die Gerbsäure aus der Flüssigkeit verschwunden ist, eine neue Menge zu, so lange bis das neu hineingebrachte Tannin nicht mehr absorbirt wird. Man lasse endlich das Hautstück so lange in der gerbsäuerlichen Flüssigkeit liegen, bis eine Probe desselben, die man

---

[1]) Erdmann und Schweiger, Journal für praktische Chemie, Bd. II, Leipzig 1854, p. 305.

mit Wasser abgespült und dann getrocknet hat, alle Eigenschaften des Leders zeigt.

Ich fand die Haut vom Ochsen, vom Kalb, vom Kaninchen und auch die menschliche, wenn ich sie nach der eben beschriebenen Methode gegerbt hatte, zur Untersuchung vollkommen tauglich.

Ich will zuerst, weil die Verhältnisse, der mangelnden Papillen halber, dort sich einfacher darstellen, mit dem Rindsleder beginnen. Es ist einerlei, ob man käufliches Kuh- und Kalbleder verwendet oder solches, welches man selbst gegerbt hat; ich habe mich überzeugt, dass sich letzteres in nichts von dem käuflichen unterscheidet als in der Farbe, welche bei dem einen bekanntlich die eigenthümliche Farbe der Lohe, bei dem andern nur ein lichtes Graubraun ist.

Hat man aus einem Stück Kalbleder senkrecht zur Oberfläche stehende, sonst beliebig gerichtete Durchschnitte angefertigt, um sie mikroskopisch zu untersuchen, so ist es am besten, dieselben mit Terpentinöl zu tränken. Will man die Präparate längerere Zeit aufbewahren und besonders schön und durchsichtig erhalten, so wende man die kürzlich von Brücke[1]) für die Muskeln angegebene Methode an, man verdränge das Terpentinöl mit Dammarfirniss und schliesse die Schnitte in dem letzteren ein.

An einem solchen Lederschnitte (Fig. 3) fallen zunächst zwei Schichten in die Augen, deren Abgrenzung von einander, so entschieden sie auch hervortritt, doch nicht durch einen zwischen beiden Schichten hinlaufenden Contour hervorgebracht wird.

Diejenige Schichte, welche der freien Oberfläche des Corium zugekehrt war, hat eine geringere Breite, als die unter ihr liegende und bietet wegen der grösseren Menge der in ihr enthaltenen und die Zeichnung des Objectes gegen den lichten Grund abgrenzenden scharfen Contouren ein etwas dunkleres Ansehen dar, als die letztere.

Die innere dieser Schichten besteht aus verschieden dicken Bündeln der oben näher beschriebenen Fasern. Diese Bündel laufen im

---

[1]) Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern, welche mit Hülfe des polarisirten Lichtes angestellt wurden. (Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 1857, Bd. XV.)

Allgemeinen der Oberfläche des Corium parallel und steigen nur in allmählicher Neigung gegen dieselbe auf. Sie durchkreuzen sich unter spitzen Winkeln. Kurz es ergiebt sich hier derselbe Befund, welcher sich auch am frischen Corium ganz leicht ermitteln lässt und längst bekannt ist.

Anders verhält es sich mit der äusseren Schichte. Sie hat schon seit lange die Aufmerksamkeit der Histologen auf sich gelenkt. Man hat aber ihre Structurverhältnisse, sowie die Beziehung zu der darunter liegenden Schichte noch nicht mit der erwünschten Klarheit durchschaut.

Man erinnere sich an die älteren Angaben über das *corpus papillare*, an Henle's intermediäre Haut[1]), an die Bemerkungen Krause's[2]) über die oberflächliche Schichte des Corium, an Bowman's[3]) *basement membrane* oder *tunica propria cutis*, man erwäge, was Kölliker[4]) und Gerlach[5]) über die zwei Schichten des Corium angeben, was Meissner[6]) über die eigenthümlichen Fasern des Papillarkörpers, was Virchow[7]) über die oberflächliche Schichte des Nagelbettcorium angiebt und was in Leydig's Histologie[8]) über die homogene Grenzschichte der Lederhaut vorkommt und man wird die Richtigkeit meiner früheren Behauptung zugeben. Die Untersuchung des gegerbten Corium ist geeignet, uns über das leimgebende Stroma jener Schichte einen ganz gründlichen Aufschluss zu geben.

Kann man den Durchtritt eines Bindegewebbündels der inneren Coriumschichte durch die oben angeführte Grenze zur äusseren Schichte verfolgen (und das ereignet sich fast jedesmal an der einen oder der andern Stelle eines Lederdurchschnittes), so nimmt man wahr, dass jenes Bündel sich auflöst und zwar zerfährt es in jene constanten Elemente,

[1]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841, p. 1009.

[2]) Artikel „Haut" in Wagner's Handwörterb. Bd. 2. Braunschweig 1844, p. 108.

[3]) Physiological anatom. London 1845—1853, p. 412.

[4]) Handbuch der Gewebelehre. Leipzig, 1855, p. 97 und 98.

[5]) Handbuch der Gewebelehre. Mainz, 1853.

[6]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig, 1853, p. 4 und 5.

[7]) Zur normalen und pathologischen Anatomie der Nägel. Würzburger Verhandlung 1854. Bd. V, p. 84.

[8]) P. 67 und 79.

die man, wie früher gezeigt wurde, jedesmal bei der Auffaserung eines aus dem Lederfilz herausgerissenen Fadens erhält.

Durch die Zwischenräume der von jenem Bündel ausgehenden Fasern oder Faserpartien flechten sich die in den Schnitt gefallenen Segmente gleichartiger Fasern in den verschiedensten Richtungen hindurch, und diese innige Durchflechtung von kürzeren oder längeren im Längsschnitt sichtbaren Fasern mit queren und schrägen Faserdurchschnitten wiederholt sich, den eigenthümlichen optischen Eindruck der äusseren Coriumschicht hervorrufend, bis an die Oberfläche der Lederhaut hin. Der scharfe Rand, welcher jenen Theil des Durchschnittes gegen den Grund des Sehfeldes absetzt, ist selbst wieder aus den scharfen Contouren der oberflächlichst liegenden Fasern zusammengesetzt.

Man überzeugt sich also an solchen Lederdurchschnitten auf die schönste Weise davon, dass das Hauptlager der Lederhaut aus vielfach durchflochtenen Bindegewebsbündeln besteht, während im peripherischen Theile des Corium die faserigen Elemente jener Bündel sich auseinanderlegen, untereinander sich durchflechten und so die eigenthümliche Beschaffenheit jener Grenzschichte zu Stande bringen.

Um Missverständnissen vorzubeugen, muss ich hier anführen, dass die bindegewebigen Texturelemente jener Grenzschichte sehr wohl von den in der frischen Haut daselbst wahrnehmbaren feinen elastischen Fasernetzen unterschieden wurden, was sich jedem, der einen Lederdurchschnitt untersucht, sogleich ergeben wird.

Die Vermuthung eines solchen Verhältnisses für die Oberflächenschichte des menschlichen Corium wurde bereits von Krause[1]) ausgesprochen. Er sagt: „man erblickt an der freien Hautfläche nur sehr kurze Strecken und Enden der Fibrillen, die in ihren Durchflechtungen nicht zu verfolgen sind, so dass hier die einzelnen Fibrillen und Primitivfäden, nicht aber zusammengesetzte Fasern oder Bündel den Filz zu bilden scheinen.“ Inwieferne diese Vermuthung von dem wirklichen Sachverhalt abweicht, ergiebt sich von selbst.

---

[1]) A. o. a. O. p. 108.

Vergleicht man die durch Untersuchung des Rindsleders gewonnenen Resultate mit den Erscheinungen, welche man an der frischen, an der getrockneten oder in Pottasche gehärteten Haut zu beobachten Gelegenheit hat, so findet man, dass sie sich vollkommen aufeinander reduciren lassen.

Was die innere Schicht betrifft, so ist die Uebereinstimmung an sich klar.

In Beziehung auf die äussere Schichte ist zu bemerken, dass sie dem homogen erscheinenden, glänzenden Saum entspricht, welcher auf dem Durchschnitt der frischen Haut unmittelbar unter dem Epithelium wahrgenommen wird.

Die Einsenkung der Haarbälge reicht tiefer in die Haut hinein, als die untere Grenze jenes Saumes.

Macht man daher einen Durchschnitt durch das noch mit den Oberhautgebilden überzogene Rindercorium, so sieht man auf demselben unter der Grenze jenes Saumes noch eine zweite Abgrenzung, welche durch die bis zu jener Stelle reichenden Haarbälge hervorgebracht wird.

Enthaart man ein Hautstück mittels Kalkwasser, so kommt auf dem Durchschnitt desselben jene Grenzschicht des Coriums allein zur Anschauung.

Mit den Präparirnadeln lässt sie sich nur sehr schwer in Fragmente von ähnlichen Texturelementen, wie sie in der tiefern Schichte des Corium vorkommen, zerlegen. Auf dem Durchschnitt der Grenzschichte bemerkt man, wenn derselbe einem getrockneten Hautstücke entnommen ist, eine ähnliche feine Zeichnung, wie auf dem Querschnitt getrockneter Sehnen, d. h. kleine punktförmige Lücken und schmale Spältchen, gegen welche die an ihren Berührungspunkten bis zum Verschwinden der Conturen dicht aneinandergepressten Formbestandtheile schärfer abgegrenzt sind.

Hat man die Haut in Leder umgewandelt, so hat man die weichen, in hohem Grade quellungsfähigen, schwach lichtbrechenden, dicht an einander gedrängten und durch eine eiweissartige Zwischensubstanz an einander gehefteten Texturelemente, in starre, nur im geringen

Grade quellungsfähige, stärker lichtbrechende, isolirt und lose neben einander liegende Elemente verwandelt, deren Identität in der äusseren und inneren Coriumschichte auf die directeste Weise durch die Aufflechtung der Bündel der inneren Schichte beim Uebertritt in die äussere zur Anschauung gebracht wird.

Die spärlichen Zwischenräume, welche die eben besprochene Zeichnung des Durchschnittes vom getrockneten Corium bedingen, sind auf dem Lederdurchschnitt mit einander in Verbindung getreten und ein ganzes Geäder von Zwischenräumen schlingt sich zwischen den neben einander liegenden Texturelementen hindurch, deren Anordnung nun mit voller Klarheit zu überschauen ist. Ich habe früher angegeben, dass das Quellungsvermögen der gerbsauren Collagensubstanz ein viel geringeres ist, als das der frischen Collagensubstanz, und dieser Umstand lässt sich benutzen, um die im Leder enthaltenen Fasern auch auf dem Querschnitt zur schönsten Anschauung zu bringen.

Behandelt man einen Lederdurchschnitt mit Essigsäure, so quellen die Fasern desselben bis zu einem gewissen Grade an und werden dadurch zu vollkommenen Cylindern, deren kreisrunde Querschnitte auf dem Querschnitt eines Bündels, also gesondert neben einander liegen, dass sie sich nur an einzelnen Punkten der Peripherie berühren und von eingebogenen Seiten begrenzte, dreieckige oder rhombische Räume zwischen sich übrig lassen. (Fig. 4.)

Das Bindegeweblager des menschlichen Coriums verhält sich, abgesehen von der unverhältnissmässig geringeren Breite der dichten Oberflächenschichte, genau so wie die Lederhaut des Rindes und ich gehe hier nur deswegen auf die Menschenhaut im Besonderen ein, weil man an ihr die beste Gelegenheit hat, das leimgebende Stroma der Papillen zu untersuchen.

Man hat die äussere Schichte des Corium darum, weil auf ihr die Hautwärzchen aufsitzen, den Papillarkörper genannt. Dieser Name ist histologisch vollkommen zu rechtfertigen, indem die Papillen in Beziehung auf ihre Textur wirklich nur als verschieden gestaltete Fortsätze jener Hautlage zu betrachten sind, nichts desto weniger ist jener Name nicht allgemein genug, weil die eigenthümliche äussere Lage des Corium

auch an Hautstellen vorkommt, wo keine Papillen anzutreffen sind; ja dort sogar mächtiger entwickelt ist.

Untersucht man die Papillen an gegerbten Hautstücken, so sieht man ganz deutlich, dass sie Bildungen des dichten Aussenlagers der Lederhaut sind. Es kommen in ihnen dieselben glatten durcheinander geflochtenen, von den elastischen wohl unterschiedenen Fasern vor, ja man sieht, dass das Materiale zur Bildung der Papillen nur dadurch gewonnen wird, dass die an der Coriumoberfläche verlaufenden Fasern sich ausbeugen, um mit ihren Verflechtungen gleichsam einen Mantel für die in den Papillen steckenden Gefässschlingen oder Tastkörperchen zu bilden, deren geschrumpfte Rudimente sich selbst am Leder auf Behandlung mit Essigsäure zu erkennen geben.

Am besten dient zu solchen Untersuchungen die Haut aus der Hohlhand, und zwar vom Ballen des kleinen Fingers.

Man lasse dieselbe aber ja so lange in der Tanninlösung liegen, bis auch die Papillen vollkommen durchgegerbt sind, damit sie nicht etwa als ungegerbte hornartig vertrocknete Knötchen auf der sonst gegerbten Haut aufsitzen und für die Untersuchung untauglich sind.

Schon Bichat[1]), welcher menschliche Haut gerben liess, was er in seiner allgemeinen Anatomie nur ganz beiläufig und zum Zweck der folgenden Bemerkung anführt, sah ganz gut, dass der Gerbestoff gleichsam von der innern, an das Unterhautzellgewebe grenzenden Schicht in die Haut eindringe, so dass die lockeren Schichten des Corium viel früher gegerbt werden als die dichte Oberflächenschicht. Eine Beobachtung, die sich als vollkommen richtig erweist. Die Papillen nehmen die längste Zeit in Anspruch, um vollkommen gegerbt zu werden.

Es erübrigt noch die Untersuchung der eigentlichen Oberfläche des Corium. Feine Durchschnitte durch die frische, getrocknete oder in Pottasche gehärtete Menschenhaut zeigen, dass der dem Durchschnitt der Coriumoberfläche entsprechende Rand durchaus so fein gezähnelt ist, wie dies Meissner[2]) für den Contour der Papillen beschrieben und abgebildet hat.

[1]) Anatomie générale. Uebersetzt von Pfaff. 2. Bd. 2. Abth. p. 171.

[2]) A. o. a. O. p. 4 und 5, Taf. 1, Fig. 1.

Untersucht man die durch einen feinen der Hautfläche parallel geführten Schnitt abgetragene Oberfläche, so sieht man, dass die zwischen jenen Zähnchen des Durchschnittes vorhandenen Einkerbungen kleinen ziemlich regelmässig vertheilten Grübchen entsprechen.

Wieder sieht man auf Durchschnitten von Hautstücken, an welchen die unterste nach Kölliker's Entdeckung aus sehr langen Cylinderzellen bestehende Epithelialschichte noch erhalten ist, dass die langen Epithelzellen unmittelbar in jenen feinen Grübchen sitzen. Ganz dasselbe Verhältniss findet auf den Papillen Statt, auf welchen jene Epithelialzellen von unten nach oben sich dachziegelförmig deckend angeordnet sind.

Alle diese Beobachtungen lassen sich sehr schön an Hautstücken machen, die man erst frisch, dann, nachdem sie kurze Zeit in Kalkwasser gelegen und nur erst die verhornte Epidermisschicht verloren haben, und endlich nach längerem Verweilen in Kalkwasser und gänzlichem Verlust des Epithels untersucht.

Die Untersuchung gegerbter Häute klärt auch den Oberflächen-Befund um ein Bedeutendes auf.

Ein Stückchen von der Oberfläche des Menschenleders durch einen mit derselben parallelen Schnitt abgetragen und mit Terpentinöl getränkt, zeigt ganz deutlich jene feinen Grübchen, und zwar liegen dieselben meist in den Winkeln kleiner sich durchkreuzender Fasersegmente, die in ihrem Verlauf nicht weiter zu verfolgen sind, und es hat die ganze Oberfläche an allen jenen Stellen, welche nicht von den grossen Mündungen der Haarbalggruben oder den Durchtrittsstellen der Schweisscanäle eingenommen werden, das Ansehen eines feingewebten Stücks Zeuges, dessen Fasern in ihren Durchflechtungen ebenso nicht zu verfolgen sind.

Man überzeugt sich aber auf dem Durchschnitt sehr leicht von der eigentlichen Constitution jener oberflächlichen Faserlage des Coriums, man kann noch überdies die Ränder des abgetragenen Stückchens ausfransen und so die Webung mechanisch decomponiren.

Die Oberfläche der Papillen verhält sich der übrigen Hautoberfläche vollkommen gleich. Man sieht nirgends frei auslaufende Fasern,

sondern ebenfalls kleine Fasersegmente, die, sowie sie aus der Tiefe auftauchen, eben dorthin wieder verschwinden; über den Verlauf der Fasern in den Papillen wurde schon früher berichtet.

Die Verhältnisse der gegerbten Papillen sprechen für Kölliker's[1]) Annahme von schlingenförmigen Umbiegungen der Papillenfasern.

Ich werde später, wenn ich von der Einwirkung gewisser Reagentien auf die leimgebende Substanz des Bindegewebes handeln werde, auf jene Beobachtungen näher eingehen, welche Meissner[2]) bewegen konnten, eine eigenthümliche Art frei auslaufender Fasern im Papillenkörper anzunehmen.

Weder die Papillen, wie Meissner[3]) ganz richtig angiebt, noch die übrige Hautoberfläche ist von einer structurlosen Haut überkleidet, der helle Saum, welchen man bisweilen auf Hautdurchschnitten sieht, erklärt sich durch das bis zum Verschwinden aller Interstitien dichte Aneinandergedrängtsein der einzelnen Texturelemente, und ist an Papillen, die man in ihrer Totalität unter dem Mikroskope betrachtet, noch überdies nur die Erscheinung eines dünneren und daher durchsichtigeren Randes. Ich weiss nicht, ob ich hiemit die Meisser'sche Erklärung jenes Phänomens errathen habe, in seiner Schrift[4]) ist in der Stelle, welche diese Erklärung enthalten soll, ein sinnstörender Druckfehler vorhanden.

Ich habe bis jetzt die Untersuchung des Corium vom Menschen und vom Rinde mitgetheilt; von kleineren Thieren habe ich nur die Haut des Kaninchens und des Meerschweinchens untersucht und gefunden, dass bei diesen das ganze Corium nur aus mit einander verflochtenen Bindegewebsfasern besteht, die Vereinigung derselben zu cylindrischen Bündeln fehlt bei diesen Thieren, die Webung der Oberfläche ist eben so zart, wie beim Menschen und beim Rinde und lässt sich an gegerbten Hautstücken sehr schön untersuchen.

Hat man durch sehr geschmeidige und biegsame Lederstücke

---

[1]) Mikroskopische Anatomie. Bd. II, 1. Abth. Leipzig 1852, p. 10.

[2]) A. o. a. O. p. 5 und 6.

[3]) A. a. O. p. 4.

[4]) A. a. O. p. 4. Zeile 11 und 12 von unten.

Durchschnitte zu machen, und ist es wünschenswerth, denselben eine grössere Festigkeit zu geben, so kann man sie in Collodium legen, um sie mit demselben zu infiltriren und dann an der Luft hart werden zu lassen; damit die erlangte Festigkeit von Dauer sei, lasse man, nachdem die Stückchen infiltrirt sind, noch mehrere Schichten von Collodium auf ihrer Oberfläche abtrocknen und hülse sie so in einen festen Ueberzug ein.

Bei der nachfolgenden Tränkung der gewonnenen Schnitte mit Terpentinöl wird das Pyroxilin wieder aufgelöst.

### III. Vom Bindegewebe der Sehnen.

An den Sehnen unterscheidet man das Bindegewebe der Sehnenbündel von demjenigen, welches zwischen jene Bündel eingeschoben ist und dieselben zugleich zusammenhält, indem es um die Peripherie der Sehne gleichsam einen Gürtel bildet, von dessen innerer Fläche die Scheidewände jenes Fachwerkes auswachsen, welches zur Aufnahme der Sehnenbündel dient.[1]) Hier soll zunächst das Bindegewebe der Sehnenbündel zur Erörterung kommen.

Die Sehnenbündel lassen sich, wie aus dem ersten Abschnitt bekannt ist, auf die Einwirkung von Kalk- oder Barytwasser in faserige Elemente auseinander ziehen. Haben die zu diesen Versuchen verwendeten Sehnenstücke sehr lange Zeit in Kalk- oder Barytwasser gelegen, und hat man an ihnen, bevor man sie in die alkalischen Flüssigkeiten einlegte, durch einen ganz seichten Längenschnitt die von dem umhüllenden Bindegewebe gebildete circuläre Schichte durchtrennt, so kann man solche Sehnenstücke manchmal in einem Gefäss mit Wasser durch Hin- und Herschütteln des letzteren zu einem lockeren Filz auseinander waschen, der unter dem Mikroskope dieselben Eigenschaften erkennen lässt, wie ein nach der Behandlung mit Kalkwasser mittels der Präparirnadeln auseinander gezogenes Sehnenbündel.

---

[1]) Kölliker's Gewebelehre. Leipzig 1855, p. 190.

Man erhält aber niemals aus dem Bindegewebe der Sehnenbündel jene Abtheilungen, welche ich oben unter dem Namen der Bindegewebsfasern beschrieben habe.

Die leimgebende Substanz der Sehnenbündel ist also anders vertheilt, als die leimgebende Substanz der Coriumbündel.

Und zwar besteht diese Verschiedenheit darin, dass in den Sehnenbündeln die leimgebende Substanz durchaus gleichmässig vertheilt ist, während in den Bündeln des Corium eine ähnliche gleichmässige Vertheilung sich auf einzelne gleich grosse isolirt neben einander liegende Abtheilungen beschränkt, deren Zusammentritt das Coriumbündel constituirt.

Von der angeführten Verschiedenheit zwischen dem Bindegewebe der Sehnen und dem des Corium überzeugt man sich am besten durch ein anderes Object, an dem die beiden Bindegewebsarten neben einander vorkommen. Ich will daher dessen Betrachtung hier einschieben.

Man untersuche die Bündel der Conjunctiva und die der Sclerotica von einem und demselben Ochsenauge frisch oder nachdem sie kürzere oder längere Zeit mit Kalk- oder Barytwasser behandelt wurden; dabei wird man sich überzeugen, dass das Bindegewebsbündel der Sclerotica (Fig.5) so wie das der Sehnen beschaffen ist, während das Bindegewebe der Conjunctiva (Fig. 6) mit dem des Corium übereinstimmt.

Wenn man nun jene Augenhäute gerbt und dann auf ihre Eigenschaften untersucht, so findet man die oben auseinander gesetzte Verschiedenheit auch in dem Leder ausgeprägt.

Die gegerbte Sclerotica unterscheidet sich von der gegerbten Conjunctiva eben dadurch, dass man aus der letzteren, so wie aus dem Corium glattrandige, isolirt neben einander liegende Fasern erhält, während man die Bündel der Sclerotica nur in äusserst feine Fibrillen auseinanderziehen kann.

Mit dieser verschiedenen Anordnung steht auch die Art und Weise, wie sich die feinsten Fäserchen aus den Bündeln der Sehnen oder der Sclerotica einerseits und aus den Bündeln der Haut oder der Conjunctiva andererseits isoliren lassen, vollkommen im Einklange.

Hat man ein Sehnenstück oder ein Stück der Sclerotica in Kalk- oder Barytwasser gelegt und dadurch die Verbindung der leimgebenden Formelemente gelockert, so erhält man, wenn man ein Bündel jener Bindegewebstexturen auseinanderzieht, sogleich eine Menge von Fibrillen isolirt neben einander liegend und theils grössere, theils kleinere unregelmässige Partien des Bündels, welche durch isolirte, streckenweise in der einen und dann in der anderen der auseinandergezogenen Partien verlaufende Fibrillen mit einander verbunden sind. (Fig. 7.)

Anders verhält es sich mit den Bündeln der Haut oder der Conjunctiva, diese lassen sich vorerst nur in Fasern auseinanderziehen, und nur wenn das Kalk- oder Barytwasser durch längere Zeit eingewirkt und das Gewebe in höherem Grade gelockert hat, zerspalten sich auch diese Fasern der Länge nach mehr oder minder regelmässig in dünnere Elemente und man erhält dann beim Auseinanderziehen der Corium- oder Conjunctivabündel ebenfalls feinste Fäserchen (Fig. 8).

Es ist interessant, dass mit dem Nachweis dieser verschiedenen Anordnung der leimgebendenSubstanz in den Bindegewebsbündeln verschiedener Organe eine histologische Differenz zwischen den gewöhnlichen Bindegewebstexturen und den sogenannten fibrösen Geweben der alten Anatomen gegeben ist.

Denn wie die Bindegewebsbündel der Sehnen verhalten sich, wie ich mich überzeugte, die Bündel der Sclerotica, der Aponeurosen, der fibrösen Gelenkbänder, der *dura mater*, der Zwischenknochenbänder; wie die Bündel der Lederhaut verhalten sich die der Conjunctiva, des Unterhautzellgewebes, der Submucosa des Darmcanales, der *tunica adventitia* der Gefässe.

Um sich von den angegebenen Verhältnissen genau zu überzeugen, untersuche man die Bündel verschiedener Objecte frisch, oder mit Kalk- oder Barytwasser behandelt, oder nachdem sie in Weingeist macerirt wurden. Ich wende mich jetzt wieder den Sehnen zu, um deren Querschnitt zu untersuchen.

Man sieht auf dem Querschnitt eines getrockneten Sehnenbündels (Fig. 9) zweierlei Figuren.

Fürs erste grössere, die in verschiedenen Abständen von einander stehen, in feine dunkle Fortsätze auslaufen und oft das Sehnenbündel in sehr regelmässige Abtheilungen [1]) bringen.

Diesen Abtheilungen des Querschnittes entspricht aber nicht etwa eine Zusammensetzung des Sehnenbündels aus parallel neben einander liegenden kleineren Bündeln, wie man früher allgemein angenommen hat. Auf dem Längsschnitt ist von solchen isolirt neben einander liegenden Formbestandtheilen nichts zu sehen und wenn man durch ein cylindrisches Sehnenstück, z. B. durch ein Stück aus der dünnen runden Sehne des *m. palmaris longus* des Menschen etwa 10 oder 12 auf einander folgende Querschnitte anfertigt und unter dem Mikroskope betrachtet, so sieht man zwar immer die den Sehnenbündeln [2]) entsprechenden Abtheilungen des ganzen Querschnittes wiederkehren, aber die durch die besagten Figuren hervorgebrachten Abtheilungen der einzelnen Bündel sind auf jedem Schnitt andere, und bald mehr, bald minder zahlreich vorhanden, was nicht der Fall sein könnte, wenn die Zeichnung des Querschnittes der Sehnenbündel bedingt wäre durch parallel neben einander liegende Abtheilungen (primäre Bündel) derselben.

Ueber die Natur dieser auf dem Querschnitt der Sehnenbündel sichtbaren Unterbrechungen werde ich im Späteren sprechen.

Ausser den grösseren Figuren nimmt man aber noch eine feine punktförmige Zeichnung wahr, welche zuerst von Henle und Stadelmann [3]) berücksichtiget und für den Ausdruck der neben einander liegenden Fibrillendurchschnitte erklärt wurde, eine Ansicht, welche in letzterer Zeit besonders von Kölliker vertheidigt wurde, während Reichert und Gerlach eine widersprechende Deutung derselben gaben.

Eine genaue Untersuchung dieser feinen Zeichnung des Sehnendurchschnittes bei stärkeren Vergrösserungen zeigte mir, dass dieselbe hervorgebracht werde durch feine in ziemlich regelmässigen Abständen auftretende Lücken von rundlicher, meist unregelmässiger Gestalt,

---

[1]) Primäre Bündel der Autoren. S. Kölliker's Gewebelehre 1855 p. 191.

[2]) Secundäre Bündel. S. Kölliker's Gewebelehre p. 190 und 192 und Fig. 98.

[3]) Sectiones transversae etc. Diss. inaug. 1844. S. Henle's Jahresbericht p. 15.

welche Lücken wahrscheinlich den Kreuzungspunkten der zwischen den faserigen Elementen des Bindegewebes vorhandenen Durchgänge entsprechen. Dass diese feine und zierliche Zeichnung des Sehnenbündel-Querschnittes[1]) mit der auf dem Längsschnitt vorhandenen parallelen Streifung innig zusammenhängt, und fehlt, wenn die letztere verwischt wird, ist schon lange bekannt. Ueberblickt man nun kurz, was über die Anordnung der leimgebenden Substanz in den Bindegewebsbündeln gesagt wurde, so muss man zugeben, dass die Bindegewebsbündel nach einem ganz bestimmten Plane gebaut sind.

Die Verschiedenheit in der Structur der Sehnen und der Coriumbündel, eine Verschiedenheit, welche sich für die Bindegewebsbündel einer ganzen Reihe von Organen wiederholt, die Aufflechtung der Coriumbündel in der äusseren Schichte des Coriums, die Webung der Oberfläche der Lederhaut sind Gesetzmässigkeiten, welche die Aufmerksamkeit der Histologen gewiss eben so verdienen, als die zwischen dem Bindegewebe und dem Knochen- und Knorpelgewebe vorhandenen histogenetischen Uebereinstimmungen.

## IV. Veränderungen, welche das Bindegewebe durch Reagentien und durch kurz andauerndes Abkochen erleidet.

Man bedient sich schon seit langer Zeit verschiedener chemischer Agentien, um das Bindegewebe in eine aufgequollene durchsichtige Masse zu verwandeln, weil man dadurch die zwischen die leimgebende Substanz des Bindegewebes eingelagerten und in den angewendeten Mitteln nicht aufquellenden, heterogenen Formbestandstheile am besten zur Anschauung bringen kann.

Solche Agentien sind die Essigsäure, sehr verdünnte Salz- oder Salpetersäure oder die Lösungen der reinen Alkalien.

Ich werde hier die Veränderungen beschreiben, welche das Bindegewebe auf die Einwirkung von höchst verdünnter Salzsäure (1 p. m.) erleidet.

---

[1]) Es wurden nur vollkommen tadellose, von allen Sprüngen und Schnittriffen durchaus freie Objecte zu dieser Untersuchung verwendet.

Wenn ein Stückchen einer Sehne in sehr verdünnter Salzsäure angequollen ist, so stellt dasselbe eine durchscheinende zähe und klebrige Masse dar.

Bringt man ein kleines Stückchen unter das Mikroskop, so sieht man, dass die Längsstreifung des frischen Bindegewebes daran verschwunden ist und dass die Substanz des Bindegewebes schwächer brechend geworden ist. Die am frischen Bindegewebe vorhandene Längsstreifung kann aber nur verschwunden sein, weil sich die aufgequollenen und schwächer lichtbrechend gewordenen Formbestandtheile des Bindegewebes mit ihrer klebrigen Oberfläche in den jener Längsstreifung entsprechenden Durchgängen aufs innigste an einander gelegt haben, was für das Bindegewebe denselben Effect haben muss, als wenn man die Interstitien desselben mit einer gleich lichtbrechenden Substanz durchtränkt hätte.

Man hat daher das Bindegewebe durch Behandlung mit jener verdünnten Säure nur scheinbar in eine structurlose Substanz umgewandelt und es ist längst bekannt, dass, wenn man durch vorsichtige Neutralisation jener Säure das aufgequollene Bindegewebsstück wieder zusammenschrumpfen lässt, auch die charakteristische Längsstreifung wiederkehrt.

Ich habe mich auch überzeugt, dass die verdünnte Salzsäure nicht blos die leimgebende Substanz des Bindegewebes aufquellen macht, sondern dass sie auch eine Substanz aus dem Bindegewebe auszieht.

Legt man Sehnenstücke, deren circuläre Schichte man durch einen Längseinschnitt getrennt hat, um ein gleichmässiges Aufquellen derselben zu ermöglichen, in sehr verdünnte Salzsäure ein und lässt dieselben darin aufquellen, so kann man in der über den Sehnen stehenden Flüssigkeit mittels Kochsalz- oder Tanninlösung einen gallertigen Niedersohlag ausfällen, gerade so wie aus der salzsauren Lösung der Eiweisskörper.

Wenn man aber eines der aufgequollenen Sehnenstücke in destillirtes Wasser bringt und durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak die in das Sehnenstück imbibirte Salzsäure zu neutralisiren sucht, so nimmt die aufgequollene Sehne die weisse und undurchsichtige Beschaffenheit

des frischen Zustandes wieder an und lässt sich durch Hin- und Herschütteln des Gefässes viel besser und leichter in jenen fädigen Filz auseinander waschen, von dem ich früher bei der langdauernden Einwirkung des Kalkwassers gleichfalls gesprochen habe.

Legt man etwa 2—3 Zoll lange, aus dem Verlauf einer Sehne ausgeschnittene Stücke in verdünnte Salzsäure ein, ohne die circuläre Schichte derselben früher durchzutrennen, so wird die letztere, während das Aufquellen von den Schnittenden her beginnt, auf eine die Mitte des Sehnenstückes umschnürende Membran zusammengeschoben.

So lange dieser Gürtel um das Sehnenstück herumliegt, kann der von jenem Gürtel seitlich zusammengepresste Theil nicht anquellen; wenn man aber die circuläre Bindegewebsschicht durchschneidet und das Sehnenstück wieder in verdünnte Salzsäure bringt, so quillt auch der früher zusammengepresste Theil auseinander.

Manchmal reisst aber die circuläre Schichte während des Aufquellens von selbst an verschiedenen Stellen ein, es bilden sich dann auch mehrere um das Sehnenstück liegende Einschnürungen aus und es nimmt dasselbe auf diese Weise die allerverschiedenartigsten Gestalten an.

Ich habe die Thatsache, dass eine seitliche Compression der Sehnen hinreicht, um deren Quellungsvermögen zu beschränken, darum so ausführlich mitgetheilt, weil man dabei Gelegenheit hat das im Grossen zu sehen, was die sogenannten umspinnenden Fasern im Kleinen bewirken, und weil sich daraus erklärt, warum die aus dicht verflochtenen Bindegewebsbündeln bestehende Haut in verdünnter Salzsäure viel weniger anquillt, als dies ein aus parallelen Bündeln zusammengesetztes Sehnenstück thut.

Wenn man mehrere aus einem Sehnenstück geschnittene Abtheilungen nach Art eines Zopfes mit einander verflechtet, so quellen dieselben in verdünnter Salzsäure viel weniger an, als andere gleichzeitig mit denselben eingelegte nicht verflochtene Abtheilungen einer Sehne. Es erklärt sich ferner, warum die dichte Oberflächenschichte des Corium viel weniger anquillt, als die innere Schichte desselben.

Wendet man kaustisches Natron, in welchem das Bindegewebe zu

einer zähen schleimigen Masse anquillt, anstatt der verdünnten Salzsäure an, so sieht man ebenfalls, dass die stärker und rascher aufquellende innere Coriumschichte sich von der weniger angequollenen Oberflächenschichte sehr bald wegquetschen lässt; eine Erscheinung, die Meissner[1]) bewogen hat, eigenthümliche, den Papillarkörper und die Papillen zusammensetzende Fasern anzunehmen.

Interessant ist es, dass das Bindegewebe in dem durch die Quellung erworbenen scheinbar structurlosen Zustande fixirt werden kann.

Wenn man eine in verdünnter Salzsäure angequollene Sehne in Tanninlösung bringt, so schrumpft sie nicht zusammen, sondern wird im aufgequollenen Zustande in eine spröde Masse umgewandelt.

Hat man zu diesem Versuch ein Sehnenstück gewählt, um welches sich beim Anquellen eine der oben näher auseinandergesetzten Einschnürungen gebildet hat, so sieht man nach der Einwirkung des Tannin, auf der auseinandergeschnittenen Sehne die Grenze zwischen dem angequollenen und dem nicht angequollenen Theil des Sehnenstückes.

In der Gerberei macht man von der Wechselwirkung zwischen dem aufgequollenen Bindegewebe und dem Tannin schon lange Gebrauch.

Nicht blos um den Kalk aus den Häuten zu entfernen, sondern auch um die Häute zu „treiben" oder zu „schwellen", wie man sich ausdrückt, werden die zu Sohlleder zu verarbeitenden Häute in ein durch sauer gährenden Gerstschrot oder Weizenkleie erzeugtes Sauerwasser gelegt, sondern auch um daraus ein dickeres Leder zu gewinnen.

Solches Leder stark getriebener Häute, wie es im Handel manchmal vorkommt, kann man daher auch nicht zu den früher am Leder angestellten Untersuchungen verwenden, denn beide Lederarten verhalten sich zu einander, wie frisches und aufgequollenes Bindegewebe sich zu einander verhalten.

Auch das Kochen des Bindegewebes wurde besonders von Henle[2])

---

[1]) A. a. O. p. 6.

[2]) Jahresbericht für 1850, p. 40.

und Virchow[1]) als ein Mittel empfohlen, um die heterogenen Bestandtheile des Bindegewebes deutlicher zur Anschauung zu bringen.

Kurz andauerndes Abkochen verwischt am Bindegewebe gleichfalls die charakteristische Längsstreifung und verwandelt dasselbe in eine anscheinend structurlose Masse, und zwar geht diese Umwandlung des mikroskopischen Charakters fast augenbliklich vor sich, sowie das Bindegewebe mit kochendem Wasser in Berührung kommt.

Man könnte sich vorstellen, dass beim Abkochen in Wasser das Bindegewebe anscheinend homogen wird aus demselben Grunde, wie nach der Einwirkung von verdünnter Salzsäure, nämlich dadurch, dass es beim Kochen Wasser absorbirt.

Um mich zu überzeugen, ob ein solcher Vorzug stattfindet, habe ich Sehnenstücke vor und nach dem Kochen abgewogen.

Es wurde das Gewicht eines frischen Sehnenstückes bestimmt, dieses hierauf in kochendes Wasser geworfen, eine oder mehrere Minuten lang gekocht, dann aus dem Wasser entfernt, an der Oberfläche sorgfältig mit Löschpapier abgetrocknet und wieder gewogen.

Die Resultate solcher Wägungen sind in der folgenden Tabelle verzeichnet.

| | Gewicht der frischen Sehnen in Grammen. | Dauer des Kochens. | Gewicht der gekochten Sehnen. | Gewichtsunterschied in Grammen. | | Bemerkung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Abnahme. | Zunahme. | |
| 1 | 0,605 | 1 Min. | 0,570 | 0,035 | — | vom Menschen. |
| 2 | 0,550 | „ | 0,500 | 0,050 | — | „ „ |
| 3 | 0,545 | „ | 0,500 | 0,045 | — | „ „ |
| 4 | 0,650 | „ | 0,670 | — | 0,020 | „ Hunde. |
| 5 | 0,735 | „ | 0,725 | 0,010 | — | „ „ |
| 6 | 0,520 | 5 Min. | 0,460 | 0,060 | — | „ Menschen. |
| 7 | 0,260 | „ | 0,260 | — | — | „ „ |
| 8 | 0,285 | „ | 0,260 | 0,025 | — | „ „ |

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass eine Absorption von Wasser während des kurz andauernden Abkochens des Bindegewebes nicht stattfindet und man kann daher die Veränderung, welche das Bindegewebe beim Kochen erleidet nicht, wie die Veränderung nach

[1]) Würzburger Verhandlungen. II. Bd., p. 154.

der Einwirkung der verdünnten Salzsäure, von einer Verquellung der zwischen den leimgebenden Formbestandtheilen vorhandenen Durchgänge herleiten. Beim Abkochen verändert aber das Sehnenstück seine Gestalt, indem es plötzlich zusammenschnellt, wird es bedeutend kürzer und dicker als im frischen Zustande.

Diese Einwirkung des kochenden Wassers auf das Bindegewebe haben schon Bichat[1]) und nach ihm Mascagni[2]) ausführlich erörtert. Der Erstere nennt das Feuer als das Hauptagens dieser Zusammenschrumpfung *(racornissement)*. Er giebt ferner an, dass das gekochte Zellgewebe „elastisch geworden ist, zerrt man es, so zieht es sich wieder in sich selbst zurück." Wenn man ein Stück einer gekochten Sehne durchschneidet, so wird man auch ganz unwillkürlich an den Widerstand erinnert, welchen ein Stück Cautschuk dem eindringenden Messer entgegensetzt.

Mit der Veränderung der Gestalt, dem Kürzer- und Dickerwerden geht aber auch die dem frischen Bindegewebe eigenthümliche Längsstreifung verloren, es verschwinden also die jenen Längsstreifen entsprechenden Durchgänge den Augen und wir können zur Erklärung dieser Erscheinung nur anführen, dass die kürzer und dicker gewordenen Formelemente des Bindegewebes sich in jenen Durchgängen aufs innigste an einander gelegt haben.

Dass das Verschwinden der Längsstreifen wirklich nur mit der beim Kochen eintretenden Verkürzung der Sehne zusammenhängt, zeigt ein ganz einfacher Versuch.

Man theile ein langes Sehnenstück, z. B. vom hochliegenden Fingerbeuger, in zwei Hälften. Die eine dieser Hälften verknüpfe man an ihren beiden Enden mit starkem Bindfaden und binde sie im ausgespannten Zustande über ein entsprechend langes Holzstück fest.

Diese ganze Vorrichtung werfe man nun gleichzeitig mit der unausgespannten zweiten Hälfte der Sehne in kochendes Wasser, lasse beide 3 Minuten lang in demselben verweilen und trockne sie hierauf an der Luft.

---

[1]) A. a. O. I. Band, 1. Theil, p. 36 u. 149.

[2]) Prodromo della grande anatomia. Firenze 1819

Untersucht man nun beide Sehnenstücke, so findet sich an der ausgespannt gekochten Sehne die Längsstreifung vollkommen erhalten, während an der zusammengeschrumpften Hälfte von derselben nichts zu sehen ist.

Ich habe angegeben, dass man die gekochten Sehnenstücke trocknen muss und das ist deswegen nothwendig, weil, wenn man allsogleich die Bande der ausgespannten Sehne löst, diese ganz plötzlich zusammenschnellt und dann wie die unausgespannt gekochte Sehne sich verhält.

Ich habe gefunden, dass nicht allein die Siedhitze ein solch plötzliches Zusammenschnellen der Bindegewebsbündel bewirkt, sondern dass auch die concentrirte Salpetersäure im Beginne ihrer Einwirkung eine solche Verkürzung des Bindegewebes hervorbringt.

Legt man ein Stückchen Bindegewebe, in welchem sich kreuzende, locker neben einander liegende Bündel vorhanden sind, also ein Stückchen aus der *adventitia*, oder dem subcutanen oder dem submukösen Bindegewebe unter das Mikroskop und lässt, während man es beobachtet, concentrirte Salpetersäure darauf einwirken, so sieht man die einzelnen Faserzüge desselben wie durch ruckweise Stösse lebhaft hin- und hergeschleudert werden, indem sie die ausgesprochene Tendenz haben, sich zu verkürzen. Kann ein Faserzug wegen zufälliger Haftung seiner Enden zwischen Objectträger und Deckgläschen diesem Verkürzungsbestreben nicht Folge leisten, so springt er sogar plötzlich entzwei, worauf sich die zwei durch den Riss erzeugten Theile allsogleich gegen die haftenden Punkte hin einziehen.

Ist das Bindegewebe wieder zur Ruhe gekommen, so hat es sein Aussehen vollkommen verändert, indem es nun ganz und gar dem gekochten Bindegewebe ähnlich ist.

Man möge das, was über die Einwirkung von Reagentien und des Kochens auf das Bindegewebe gesagt wurde, als einen Beitrag zur Lehre von dessen Eigenschaften ansehen und als einen Beweis, dass man die Veränderung mikroskopischer Objecte durch derlei Mittel häufig nicht in einer ganz einfachen Weise absehen kann, und, dass das oft erwähnte Homogenwerden eines faserigen Bindegewebes und

Faserigwerden eines homogenen Vorgänge sind, deren Beurtheilung ganz eigenthümliche Schwierigkeiten in sich schliesst.

### V. Die der leimgebenden Substanz heterogenen Formbestandtheile des Bindegewebes.

Ich ziehe zur Sichtbarmachung derselben jene Mittel, in denen das Bindegewebe aufquillt, unter allen Umständen dem Kochen vor. Es wurde früher gezeigt, dass das Aufquellen des Bindegewebes vorzugsweise nur in der zur Längsaxe des Bindegewebsbündels senkrechten Richtung stattfindet. Man macht aber andererseits die Erfahrung, dass die heterogenen Formbestandtheile des Bindegewebsbündels mit ihrer Längsaxe in der Längsrichtung des Bündels liegen. Es wird daher durch das Anquellen des Bindegewebsbündels nur der Querabstand jener Formelemente geändert und man hat Gelegenheit, sie in einem viel natürlicheren Lagerungsverhältniss zu beobachten, als man dies an einem beim Kochen um $^2/_3$ seiner ursprünglichen Länge verkürzten Bindegewebsbündel thun kann. Am meisten zu empfehlen ist die Anwendung der verdünnten Salzsäure (1 p. m.) oder wenn man die leimgebende Substanz gänzlich von den heterogenen Theilen trennen will, die von Verdauungsflüssigkeit, worin sich die leimgebende Substanz viel früher auflöst, als die übrigen Bestandtheile des Bindegewebes. Ich lege zu dem Ende ganze Sehnenstücke in verdünnte Salzsäure ein und schneide, wenn dieselben aufgequollen und durchsichtig geworden sind, mittels einer feinen Schere kleine Stückchen der Länge nach aus jenen Sehnen heraus.

An solchen Schnitten sieht man unter dem Mikroskope zweierlei heterogene Einlagerungen. Fürs erste glatte, hie und da gabelig verzweigte, sehr feine runde Fasern, die an keiner Stelle ihres Verlaufes eine Anschwellung oder Erweiterung zeigen, und sich ganz wie feine elastische Fasern verhalten, dieselben machen keinerlei Windungen, sondern haben einen ziemlich gestreckten Verlauf. Diese Fasern sind identisch mit den von Henle[1]) beschriebenen sehr feinen Kernfasern,

[1]) Canstatt's Jahresbericht für 1851, p. 24.

die in den von ihm untersuchten gekochten Sehnenstücken einen geschlängelten Verlauf hatten.

Ferner sieht man aber und zwar in ganz regelmässiger Vertheilung eigenthümliche Körperchen, welche aus einem scharf begrenzten langen ovalen, platten mittleren Theil und aus zwei auf den Polen dieses mittleren Theiles aufsitzenden blassen, schwach contourirten, spitz auslaufenden, bald kürzeren, bald längeren Fortsätzen bestehen, welche manchmal zwei über einander liegende solche Körperchen mit einander verbinden.

Der scharf begrenzte mittlere Theil hat eine Länge, die zwischen 0,0318 Millim. und 0,0772 Millim. schwankt, er ist platt, manchmal windschief gebogen, erscheint heller, wenn er auf der Fläche liegend, dunkler, wenn er auf der Kante stehend sich unter dem Mikroskope präsentirt, die Breite desselben beträgt der Fläche nach gerechnet im Mittel 0,0045 Millim., häufiger wird derselbe auf der Kante stehend, als auf der Fläche liegend angetroffen, im ersteren Falle erscheinen die früher beschriebenen, auf den Polen des mittleren Theiles aufsitzenden blassen Fortsätze deutlicher, als im letzteren Falle. Diese Fortsätze sind, wenn das Bindegewebe erst kurze Zeit in Salzsäure gelegen ist, deutlicher, als wenn dasselbe längere Zeit in der verdünnten Salzsäure gelegen ist. Löst man die leimgebende Substanz des Bindegewebes in künstlicher Verdauungsflüssigkeit auf, so bleibt nur der scharf begrenzte mittlere Theil jener Körperchen ungelöst neben den im Bindegewebe vorhanden gewesenen Kernfasern zurück.

So lange man diesen mittleren Theil nur von der Kante aus betrachtet, passt auf denselben die Beschreibung, welche Virchow[1]) von den im Bindegewebe enthaltenen Kernen gibt, mit alleiniger Ausnahme der „sehr dicht stehenden spiralförmigen Windungen“[2]). Was Henle[3]) von den Kernen des Bindegewebes angibt, bezieht sich gleichfalls auf den mittleren Theil jener Gebilde.

---

[1]) Würzburger Verhandlungen, Bd. II, p. 157.

[2]) Schrumpfungserscheinung im gekochten Bindegewebe, bei windschiefer Verbiegung jener Körper.

[3]) Canstatt's Jahresbericht für 1851, p. 22.

Ich habe dieselben in den Sehnen des erwachsenen Menschen (Fig. 10) und des Frosches (Fig. 11) von ausgezeichneter Schönheit angetroffen. Sie liegen in Längsreihen über einander und haben mit den früher angeführten feinen Kernfasern keinerlei Verbindung. Sie sind in ziemlicher Menge und in regelmässigen Abständen im Bindegewebe vertheilt. In den Zeichnungen, welche ich davon gegeben habe, ist ihre Anzahl darum etwas beträchtlich, weil ein ziemlich dickes Sehnenstück unter das Mikroskop gebracht wurde, bei dessen vollkommener Durchsichtigkeit man die Körperchen aller Tiefen, die einen deutlicher, die anderen undeutlicher, mit einem Male übersah.

Ja für die Zeichnung aus der Froschsehne wurde eine solche in ihrer Totalität im aufgequollenen Zustande unter das Mikroskop gebracht.

Die Vertheilung jener Körperchen und ihre Unabhängigkeit von den feinen Kernfasern kann man eben nur in aufgequollenen Sehnen gut beurtheilen.

Um den Sehnenquerschnitt in Beziehung auf die heterogenen Einlagerungen zu untersuchen, empfiehlt sich folgendes Verfahren: Man trockne eine in verdünnter Salzsäure aufgequollene Sehne an der Luft und fertige feine Querschnitte aus derselben an, befeuchtet man diese mit Wasser, so quellen sie alsbald auseinander und es werden auf dem Querschnitt die heterogenen Bestandtheile sichtbar. Und zwar stimmt das Bild ganz mit demjenigen überein, welches Henle[1]) von dem Querschnitt gekochter Sehnen beschrieben hat. Die sternförmigen Figuren des Sehnenquerschnittes, welche die sogenannten primären Bündel der Autoren[2]) von einander abgrenzen und zu Verwechslung mit heterogenen Einlagerungen Veranlassung gegeben haben, sind am Querschnitt des gekochten oder des angequollenen Sehnenbündels in höherem Masse ausgeprägt als auf dem Querschnitt des frisch getrockneten Sehnenbündels.

Die Deutung, welche Henle[3]) diesen Figuren zu Theil werden

[1]) A. o. O. p. 22 und 23.

[2]) Secundäre Henle's.

[3]) Canstatt's Jahresbericht p. 23.

liess, ist vollkommen richtig. Es haben sich bereits Reichert[1]) und Bruch[2]) dafür ausgesprochen. Man kann die in einem Querschnitt enthaltenen Figuren niemals als solche isoliren.

Wenn man aber einen gekochten Querschnitt der Einwirkung von concentrirter Salzsäure aussetzt und den Veränderungen, welche die Salzsäure hervorruft, unter dem Mikroskope zusieht, so bemerkt man, wie bei den geringen und langsamen Bewegungen, die zum Ausgleich verschiedener durch die Diffusion der Salzsäure hervorgebrachten Spannungen entstehen, die in jenen Figuren an einander grenzenden Partien der Sehne sich nach entgegengesetzten Richtungen an einander verschieben, ja wie die Ränder derselben sich umschlagen, ohne dass an der Stelle der sternförmigen Figur irgend eine ähnlich gestaltete Zelle zurückbliebe.

Wohl aber sieht man in jenen Spalten sehr oft eine helle Membran, welche sich entweder von der einen oder der anderen die sternförmige Spalte begrenzenden Contouren ablöst.

Henle[3]) erklärt diese Membranen für elastische und identificirt sie mit den zwischen die Sehnenbündel als Fortsätze der circulären Faserschicht eindringenden Scheidewänden. Er giebt ferner an, dass die auf dem Querschnitt der Sehnenbündel sichtbaren sternförmigen Figuren sehr oft in die Zwischenräume der Sehnenbündel einmünden.

Das letztere ist, wie ich mich überzeugte, auf mehreren nach einander angefertigten Querschnitten einer Sehne für ein und dasselbe Bündel an verschiedenen Stellen seiner Peripherie der Fall.

Von den zwischen den Sehnenbündeln vorhandenen Querwänden und das Innere der Sehnenbündel durchdringenden membranartigen Streifen hat Henle[4]) Erscheinungen abgeleitet, welche man früher allein aus dem Vorhandensein seiner sogenannten umspinnenden Fasern erklärte, nämlich die an aufgequollenen Bindegewebsbündeln vorhandenen Einschnürungen.

---

[1]) Müller's Archiv 1854, p. 38.

[2]) Siebold und Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. V, p. 171.

[3]) Canstatt's Jahresbericht für 1851, p. 24.

[4]) A. o. a. O. p. 25.

Er hat damit einer von Reichert[1]) seit 1847 vertheidigten Ansicht ein Zugeständniss gemacht. Einer Ansicht, welche die Einschnürungen, die an aufgequollenen Bindegewebsbündeln zu sehen sind, von einer während des Aufquellens in reifenartige Stücke zerrissenen Scheide jener Bündel ableitet. Leydig[2]) hat dieselbe Darstellung in seiner Histologie gegeben und in neuester Zeit hat sie Klopsch[3]) zum Gegenstand einer ausführlichen, mit sehr naturgetreuen Zeichnungen versehenen Abhandlung gemacht.

Die erwähnte Scheide hat Niemand gesehen, man hat eben nur auf deren Dasein aus den Erscheinungen geschlossen, welche sich während des Aufquellens eines sogenannten umsponnenen Bindegewebsbündels herstellen, nachdem man sich überzeugt hatte, dass die früher jenen Erscheinungen supponirten Spiralfasern nicht in allen Fällen sich nachweisen liessen.

Kölliker[4]) hat ebenfalls die Annahme jener Scheide gebilligt, obwohl er für gewisse Objecte die Existenz der Spiralfasern vertheidigt.

In dem Bindegewebe, welches zwischen der Haut des Hodensackes und der *tunica vaginalis communis* sich befindet, ferner in dem Coriumlager des Ochsen kommen zahlreiche Bündel vor, welche nach Behandlung mit Essigsäure die bekannten Einschnürungen in der grössten Regelmässigkeit zeigen, ohne dass man im Stande wäre, elastische Spiralfasern als die Ursache derselben nachzuweisen, und es ist die Annahme einer jene Erscheinungen bedingenden Scheide von vornherein sehr empfehlenswerth.

Es war nur eine Aufgabe noch zu lösen, nämlich die, jene Scheide auch im unversehrten Zustande zur Anschauung zu bringen. Letzteres ist mir niemals gelungen. Ich überzeugte mich vielmehr, dass keine solche Scheide existirt, wohl aber eine eigenthümliche von den Spiralfasern ebenfalls verschiedene Bildung vorkommt, welche nicht nur die

---

[1]) Müller's Archiv 1847.

[2]) Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt, 1857, p. 31.

[3]) Müller's Archiv 1858, p. 417.

[4]) Siebold und Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 9, p. 140.

betreffenden Bindegewebsbündel umspinnt, sondern auch in deren Inneres eindringt, um dort wieder kleinere Partien zu umspinnen.

Ich habe dieselbe aus der Haut des Ochsen in Fig. 12 abgebildet.

Das Verfahren, welches ich einschlug, um solche Bilder zu erhalten, war folgendes:

Ich legte etwa 4 Millim. dicke Durchschnitte der Ochsenhaut in absoluten Alkohol, um sie zu entwässern, und zog, nachdem dies geschehen war, den Hautdurchschnitt auseinander; zahlreiche Bündel hingen dann, wie Fransen aus den Rissenden hervor. Diese wurden mit der Scheere abgetragen und auf einen Objectträger gebracht, damit sie vollkommen durchsichtig wurden, mit Terpentinöl und dann mit Damarfirniss durchtränkt.

An solchen Bündeln sieht man dann ein oberflächliches Netzwerk von eigenthümlich unregelmässig gerandeten platten Balken, die hie und da in das Innere des Bündels verschwinden oder aus demselben auftauchen, und deren Anordnung alle Erscheinungen, die bei der Quellung des betreffenden Bündels stattfinden, eben so gut erklären, als die eben angeführte Scheide.

Man untersuche aber die in der oben angeführten Weise erhaltenen Bündel genau und eine grössere Anzahl derselben, um ein sicheres Urtheil über diese umspinnende Formation zu bekommen, da sie beim Auseinanderreissen der Hauttextur an einzelnen Bündeln nothwendiger Weise verloren gehen musste.

Aus dieser Anordnung, die eine unverleugbare Aehnlichkeit mit den die Sehnenbündel umgebenden und sie durchdringenden Scheidewänden hat, erklären sich namentlich Bilder, wie sie Klopsch[1]) in Fig. 6 und 7 gezeichnet hat, viel natürlicher als durch die Annahme, das dort kleinere eingescheidete Bindegewebsbündel in grösseren wieder eingescheideten enthalten sein sollten.

---

[1]) Müller's Archiv 1858, p. 430 und Fig. 6 und 7.

*Fig. 5.*

*Fig. 6.*

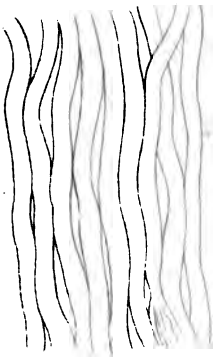


*Fig. 8.*

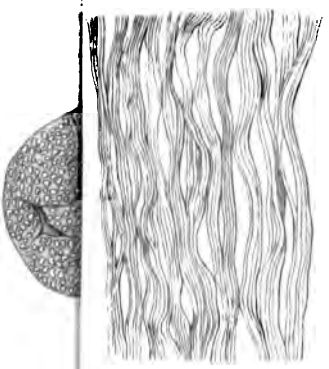


*Fig. 10.*

Lith. Gieseke & Devrient Lpzg.

SCHOOL OF HYGIENE AND PUBLIC HEALTH

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Bindegewebsbündel aus dem Kuhleder, 600 mal vergrössert.

„ 2. Isolirte Fasern aus dem Kalbleder, 300 mal vergrössert.

„ 3. Durchschnitt durch käufliches rohes Kalbleder, *a*—*b* äussere Schichte des Corium, *b*—*c* innere Schichte des Corium. Vergrösserung 300 mal. Die Dicke des Leders betrug 1,8 Millim., deren 300malige Linearvergrösserung daher 54 Centim. Es sollten daher von *c* an noch 20 Cent. gezeichnet sein.

„ 4. Der Querschnitt eines mit Essigsäure behandelten Bindegewebsbündels aus dem Kuhleder, 300 mal vergrössert.

„ 5. Ein Bindegewebsbündel aus der Sclerotica des Ochsen nach zweitägiger Behandlung mit Kalkwasser, 600 mal vergrössert.

„ 6. Ein Bindegewebsbündel aus der Conjunctiva des Ochsen nach zweitägiger Behandlung mit Kalkwasser, 600 mal vergrössert.

„ 7. Feinste Fasern einer Menschensehne nach zweitägiger Behandlung mit Barytwasser aus derselben isolirt, 800 mal vergrössert.

„ 8. Bindegewebsbündel aus der Conjunctiva des Ochsen, 14 Tage in Kalkwasser gelegen, 600 mal vergrössert.

„ 9. Querschnitt aus einer getrockneten Sehne vom Menschen, 300 mal vergrössert.

„ 10. Die im Text beschriebenen heterogenen Bestandtheile aus einer in Salzsäure angequollenen Menschensehne bei 300maliger Vergrösserung gezeichnet.

„ 11. Dieselben Elemente aus der Froschsehne, nachdem dieselbe 4 Stunden in Verdauungsflüssigkeit gelegen hatte, 300 mal vergrössert.

„ 12. Bindegewebsstrang aus der Ochsenhaut mit dem im Text beschriebenen umspinnenden Netzwerk, 300 mal vergrössert.

Alle Zeichnungen wurden nach genauen mit dem Ocularmikrometer sorgfältig controlirten Massen angefertigt.

# II.

## Ueber die Fortpflanzung der Muskeln.

Von Prof. Julius Budge in Greifswald.

Mit 11 Abbildungen.

Wenn man sich auch mit dem blossen Auge und durch einfache Messungen davon überzeugen kann, dass bei dem Wachsthume die Muskeln dicker und breiter werden, so war doch bisher nur unvollkommen bekannt, worin der Grund dieser Zunahme zu suchen sei. Denn einmal konnte diese in der Erweiterung der einzelnen Fasern, aus denen der Muskel zusammengesetzt ist, der sogenannten Primitivbündel liegen, aber auch zweitens durch Bildung neuer Fasern entstanden sein. Im ersten Falle wäre anzunehmen, dass bei der ersten Entstehung der Muskeln im Embryo schon die ganze Zahl der Fasern en miniature vorhanden sei und im Verlaufe nach den 3 Dimensionen sich vergrösserte. Dies ist in der That die herrschende Ansicht, vergl. z. B. Kölliker Gewebelehre, 2. Aufl. p. 208.

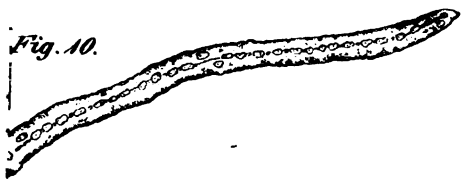
Es ist auch factisch festgestellt, dass bei Muskeln erwachsener Menschen und Thiere die Fasern durchgängig und oft um ein Beträchtliches breiter sind, als bei jungen Muskeln. Aber es ergiebt sich von selbst, dass dadurch nicht bewiesen ist, ob daneben nicht auch neue Fasern sich bilden, und gerade ein solcher Nachweis würde zu wichtigen practischen Folgerungen führen können, einerlei ob das Resultat ein positives oder ein negatives wäre.

Es würde sich durch Rechnung ermitteln lassen, ob die breiteren Fasern des erwachsenen Thieres in gleicher Anzahl im Muskel vor-

*Fig. 4.*

*Fig. 9.*

*Fig. 10.*



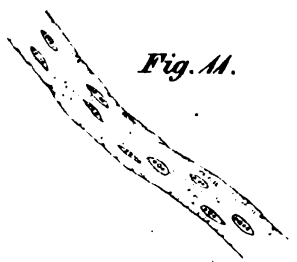


*Fig. 11.*

handen seien, wie die schmäleren des jüngern, wenn der Cylinder einer Muskelfaser jedesmal einen ebenso grossen Breiten- als Dickendurchmesser hätte und wenn zweitens die verschiedenen Fasern desselben Muskels gleich breit wären. Beides ist nicht der Fall. Hievon überzeugt man sich mit einem Blicke, wenn man einen feinen Querschnitt eines Muskels mikroskopisch betrachtet. Besonders ist die Breitendifferenz ganz exorbitant.

Beispielsweise will ich nur erwähnen, dass in dem *m. gastrocnemius* eines und desselben Frosches nach meinen genauen Messungen die Fasern 34 verschiedene Breitendimensionen haben, welche von $^{1}/_{180}$ bis $^{32}/_{180}$ Millimeter variiren; und bei einem andern grössern Frosche sogar 51 verschiedene Breitendimensionen zwischen $^{3}/_{180}$ bis $^{68}/_{180}$ mm. liegend. Hierin liegt zugleich ein Beweis, wie wenig Sicherheit es gewährt, aus den Messungen einiger hundert Fasern ein Mittel zu ziehen und auf dieses einen Schluss zu begründen.

Es giebt nur einen Weg, um mit ausreichender Schärfe über die Frage zu entscheiden, ob neue Muskelfasern während des Wachsthums sich bilden, nämlich wenn man sämmtliche Fasern desselben Muskels unversehrt zu zählen im Stande ist. Es ist mir geglückt, in einem von den Pflanzenanatomen häufig gebrauchten Mittel die Muskeln so vollständig in ihre Fasern zu zerlegen, dass ein solcher Muskel wie die *Blätter* eines Buches auseinander geschlagen werden kann; dass man die Fasern, wie sie neben einander gelagert und geordnet sind, mit einem Blicke überschauen kann; dass dabei alle Theile, auf die es wesentlich ankommt, mikroskopisch genau untersucht werden können; dass, wenn das rechte Zeitmoment gewahrt wird, nicht eine einzige Faser zerbricht; dass man endlich bei längerer Einwirkung desselben Stoffes die eigentliche Elementarzusammensetzung der Muskelfasern leicht darstellen kann. Dieses Mittel ist eine Verbindung von concentrirter Salpetersäure mit chlorsaurem Kali.[1])

---

[1]) Dasselbe Mittel dient auch sehr gut zur Untersuchung anderer Theile. So z. B. wird der Axencylinder in den peripherischen Nerven durchaus deutlich, ebenso die Nierenkanälchen mit den Kapseln oft ausgemein klar.

Ich habe bereits mitgetheilt (siehe Wunderlichs Archiv 1858, p. 71), dass die Zählung der Fasern von dem *m. gastrocnemius* junger und alter Frösche mich zu dem Resultate geführt hat, dass bei jungen Fröschen eine beträchtlich geringere Anzahl von Fasern vorhanden sei, als bei erwachsenen.

So fand ich z. B. bei einem Frosche, der vom Scheitel bis After nahe 34 mm. mass, im *m. gastrocnemius* 2271 Fasern, bei einem andern, der 76,5 mm. mass, 4458 Fasern.

Hieraus musste man schliessen, dass ausser der Zunahme der bereits vorhandenen Fasern in ihrem Querschnitte auch neue hinzutreten. Es war mir aber damals nicht gelungen, Beobachtungen über den Hergang der Neubildung zu machen. Neuere Untersuchungen haben auch hierin einige Aufschlüsse mir gewährt, welche ich im Folgenden mittheilen will.

In der jüngsten Zeit habe ich meinen früheren Zählungen noch einige neuere hinzugefügt und namentlich möglichst junge Frösche mit beinahe ausgewachsenen verglichen. — Hier folgen die Resultate.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Länge des Frosches vom Scheitel bis zum After . . . | 13 mm. | 15,5 mm. | 17 mm. | 46 mm. | 80 mm. |
| Zahl der Fasern im *m. gastrocnemius* . | 1053 | 1336 | 1727 | 3434 | 5711 |

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass das Verhältniss zwischen der Grösse des Frosches und der Zahl der Muskelfasern im *gastrocnemius* weder ein ganz bestimmtes sein kann, noch auch bei den einzelnen Thieren genau dasselbe ist. Denn einmal wird die Neubildung nicht in allen Lebensperioden gleich rasch von Statten gehen; zweitens aber kommen natürlich auch individuelle Verschiedenheiten vor. Bei zwei Fröschen von gleicher Körperlänge wird doch ein Unterschied von mehren Hunderten von Fasern vorkommen können. Nur deshalb, weil der numerische Unterschied bei jungen und alten Thieren so ungemein gross ist, kann man mit aller Sicherheit auf eine Neubildung von Fasern während des Wachsthums rechnen.

Um den Hergang dieses Prozesses genauer zu studiren, waren zunächst Messungen sämmtlicher Fasern eines Muskels erforderlich. Diese mühselige Arbeit ist bereits an 2 *m. gastrocnemii* vollendet, jedoch nur der Breiten-, noch nicht der Längendurchmesser. — Ich bediente mich dazu eines Oberhäuserschen Mikroskops, das Mikrometer war im Okular und jeder Zwischenraum zwischen 2 Mikrometerlinien betrug genau $^1/_{180}$ mm. Zur leichtern Uebersicht werde ich nur die Zähler angeben und den Nenner weglassen, so dass also z. B. 9 bedeutet $^9/_{180}$ mm.

Es fanden sich:

**A. Bei einem Frosche, der vom Scheitel bis After 71 mm. mass.**

| Fasern | in einer Breite von | Fasern | in einer Breite von |
|---|---|---|---|
| 10 | 3 | 109 | 29 |
| 28 | 4 | 122 | 30 |
| 50 | 5 | 88 | 31 |
| 65 | 6 | 107 | 32 |
| 95 | 7 | 77 | 33 |
| 130 | 8 | 91 | 34 |
| 111 | 9 | 97 | 35 |
| 154 | 10 | 96 | 36 |
| 143 | 11 | 69 | 37 |
| 195 | 12 | 45 | 38 |
| 212 | 13 | 40 | 39 |
| 197 | 14 | 52 | 40 |
| 205 | 15 | 42 | 41 |
| 190 | 16 | 39 | 42 |
| 209 | 17 | 30 | 43 |
| 187 | 18 | 15 | 44 |
| 144 | 19 | 15 | 45 |
| 160 | 20 | 12 | 46 |
| 132 | 21 | 8 | 47 |
| 140 | 22 | 4 | 48 |
| 119 | 23 | 4 | 49 |
| 108 | 24 | 4 | 50 |
| 112 | 25 | 2 | 51 |
| 112 | 27 | 2 | 52 |
| 93 | 28 | 1 | 68 |
| 90 | 26 | 1171 | |
| 3391 | | | |

| | |
|---|---|
| | 3391 |
| | 1171 |
| Summa: | 4562 |

**B. Bei einem Frosche, der vom Scheitel bis After 42 mm. mass.**

| Fasern | in einer Breite von |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 4 | 1,5 |
| 83 | 2 |
| 4 | 2,5 |
| 208 | 3 |
| 9 | 3,5 |
| 296 | 4 |
| 414 | 5 |
| 303 | 6 |
| 289 | 7 |
| 262 | 8 |
| 184 | 9 |
| 316 | 10 |
| 169 | 11 |
| 196 | 12 |
| 2738 | |

| Fasern | in einer Breite von |
|---|---|
| 206 | 13 |
| 169 | 14 |
| 196 | 15 |
| 119 | 16 |
| 118 | 17 |
| 82 | 18 |
| 52 | 19 |
| 64 | 20 |
| 21 | 21 |
| 27 | 22 |
| 15 | 23 |
| 5 | 24 |
| 12 | 25 |
| 6 | 26 |
| 3 | 27 |
| 5 | 28 |
| 1 | 29 |
| 1 | 30 |
| 2 | 32 |
| 1104 | |

2738
1104
Summa: 3842

Der grössere Muskel enthielt 4562 Fasern.
Der kleinere Muskel enthielt 3842 Fasern.
also 720 Fasern weniger.

**Uebersicht.**

| In einer Breite von | waren im *musculus gastrocnemius* Fasern vorhanden bei dem erwachsenen | bei dem jungen Frosche |
|---|---|---|
| 1— 2,5 incl. | 0 | 92 |
| 3— 7 incl. | 248 | 1519 |
| 8—12 „ | 733 | 1127 |
| 13—17 „ | 1013 | 808 |
| 18—22 „ | 763 | 246 |
| 23—27 „ | 545 | 41 |
| 28—32 „ | 516 | 9 |
| 33—37 „ | 430 | 0 |
| 38—42 „ | 218 | 0 |
| 43—47 „ | 80 | 0 |
| über 48 | 16 | 0 |

Mehr als $^5/_{12}$ aller Fasern des kleinen Muskels haben eine Breite von nur 1—7, während von dem grössern nicht mehr als ungefähr $^1/_{18}$ diese Breite haben. — Zwischen $^4/_{12}$ und $^5/_{12}$ aller Fasern des grossen Muskels haben eine Breite von 13—22, von dem kleineren zwischen $^3/_{12}$ und $^4/_{12}$. Bei weitem mehr als die Hälfte aller Fasern sowohl vom erwachsenen, als vom jüngeren Muskel schwanken in ihrer Breite zwischen 8 und 22.

Einem Frosche von gleicher Körperlänge, wie der grössere der beiden beschriebenen, wurde vom 16. April bis 1. August alle feste Nahrung entzogen. Sein Körper magerte bedeutend ab, der *m. gastrocnemius* war auffallend blässer und dünner geworden. Auch dessen Fasern wurden einzeln gemessen, es ergab sich der Breitendurchmesser beträchtlich geringer und zwar waren

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Fasern | $^1/_{180}$ | mm. | breit. | 270 | Fasern | 9 | mm. | breit. |
| 5 | „ | $1^1/_2$ | „ | „ | 307 | „ | 10 | „ | „ |
| 72 | „ | 2 | „ | „ | 119 | „ | 11 | „ | „ |
| 4 | „ | $2^1/_2$ | „ | „ | 130 | „ | 12 | „ | „ |
| 195 | „ | 3 | „ | „ | 81 | „ | 13 | „ | „ |
| 6 | „ | $3^1/_2$ | „ | „ | 72 | „ | 14 | „ | „ |
| 390 | „ | 4 | „ | „ | 64 | „ | 15 | „ | „ |
| 532 | „ | 5 | „ | „ | 30 | „ | 16 | „ | „ |
| 1 | „ | $5^1/_2$ | „ | „ | 21 | „ | 17 | „ | „ |
| 435 | „ | 6 | „ | „ | 18 | „ | 18 | „ | „ |
| 3 | „ | $6^1/_2$ | „ | „ | 13 | „ | 19 | „ | „ |
| 481 | „ | 7 | „ | „ | 11 | „ | 20 | „ | „ |
| 1 | „ | $7^1/_2$ | „ | „ | 3 | „ | 21 | „ | „ |
| 383 | „ | 8 | „ | „ | 3 | „ | 22 | „ | „ |
| 1 | „ | $8^1/_2$ | „ | „ | 1 | „ | 25 | „ | „ |

Die Gesammtzahl der Fasern betrug 3664. Wenn man nun auch nicht behaupten kann, dass dieser Frosch eine gleich grosse Faserzahl (4562), wie der oben unter A. angeführte, vor $3^1/_2$ Monaten besass, so ist es doch höchst wahrscheinlich, dass dessen *gastrocnemius* damals nicht 898 Fasern weniger als der von A. hatte, sondern dass in dieser Zeit eine Anzahl von Fasern zu Grunde gegangen ist. Auch ist dies schon deshalb wahrscheinlich, weil eine so beträchtliche Abnahme in dem Breitendurchmesser bemerkbar ist. Die meisten Fasern, nämlich 1358, also mehr als $^1/_3$ hat eine Breite von 4—6, während von A. nur

$^1/_{32}$, nämlich 143 Fasern von dieser Breite ist. — Solche Beobachtungen gestatten uns einen tiefern Einblick in die Vorgänge, welche während des Hungerns und somit auch während der Ernährung stattfinden. Es würde sich dadurch fast auf die Stunde ermitteln lassen, wie viel die Muskelfasern, durch Nahrungs- oder Blutmangel, durch Arbeit, durch Einfluss der Nervenanregung etc. an Masse oder der äquivalenten Kraft verlieren, wenn eine hinreichende Anzahl von Beobachtugen vorliegen wird; — und ebenso andrerseits würde sich mit einer bisher nicht vorhandenen fast mathematischen Sicherheit der Einfluss der Nahrung, der Uebung, verschiedener Heilmittel, guter Luft, der Temperatur, des Lichts etc. auf die Muskeln darstellen.

Nachdem also im Vorhergehenden nachgewiesen worden ist, dass im wachsenden Muskel eine doppelte Veränderung erfolgt, nämlich eine Breitenzunahme der einzelnen Fasern und dann auch Neubildung, so musste sich die Untersuchung zur Erforschung beider Hergänge wenden. Zunächst wurden Beobachtungen darüber angestellt, ob bei gleicher Länge und ungleicher Breite der Fasern die Kerne zunehmen. Hierzu durften nur ganz junge Thiere genommen werden. Bei diesen bemerkt man bekanntlich fast genau in die Längenaxe der Muskelfaser eine Reihe von Kernen fast regelmässig geordnet in grösseren oder geringeren Entfernungen neben einander liegen. Diese zu zählen hält nicht schwer. Vgl. Fig. 7. — Auch wenn bereits Nebenkerne vorhanden sind, wie in Fig. 9, so kann man dennoch leicht eine Zählung vornehmen. Da indess die Fasern nicht gleiche Länge haben, vielmehr sehr differiren, so war es nothwendig, die gefundenen Längen auf eine und dieselbe zurückzuführen. Ich habe dazu eine Länge von 100 gewählt. Folgendes sind die Beobachtungen.

| No. | Beobachtet | | | Berechnet auf 100 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Breite d. Faser | Länge d. Faser | Zahl der Kerne | Länge | Zahl der Kerne |
| 1 | 1,25 | 80 | 5 | 100 | 6— 7 |
| 2 | 1,5 | 80 | 12 | „ | 15 |
| 3 | 1,5 | 50 | 8 | „ | 16 |
| 4 | 2 | 19 | 4 | „ | 21 |
| 5 | 2 | 70 | 6 | „ | 8— 9 |
| 6 | 2 | 100 | 13 | „ | 13 |
| 7 | 2 | 58 | 6 | „ | 10—11 |
| 8 | 2,5 | 70 | 20 | „ | 28—29 |
| 9 | 3 | 40 | 13 | „ | 32—33 |
| 10 | 3 | 100 | 16 | „ | 16 |
| 11 | 3 | 60 | 10 | „ | 16—17 |
| 12 | 3 | 30 | 11 | „ | 36—37 |
| 13 | 3 | 115 | 22 | „ | 19—20 |
| 14 | 3 | 105 | 26 | „ | 24—25 |
| 15 | 3,5 | 45 | 15 | „ | 33—34 |
| 16 | 3,5 | 40 | 13 | „ | 32—33 |
| 17 | 4 | 90 | 14 | „ | 15—16 |
| 18 | 4 | 50 | 16 | „ | 32 |
| 19 | 4 | 65 | 12 | „ | 18—19 |
| 20 | 5 | 32 | 13 | „ | 40—41 |
| 1 | 1 | 140 | 3 | 100 | 2— 3 |
| 2 | 1 | 60 | 5 | „ | 8— 9 |
| 3 | 1 | 150 | 10 | „ | 6— 7 |
| 4 | 1,5 | 115 | 9 | „ | 7— 8 |
| 5 | 1,5 | 100 | 10 | „ | 10 |
| 6 | 1,5 | 80 | 9 | „ | 11—12 |
| 7 | 1,5 | 130 | 13 | „ | 10 |
| 8 | 1,5 | 50 | 9 | „ | 15 |
| 9 | 2 | 85 | 13 | „ | 15—16 |
| 10 | 2 | 200 | 8 | „ | 4 |
| 11 | 2 | 150 | 6 | „ | 4 |
| 12 | 2 | 115 | 14 | „ | 12—13 |
| 13 | 2,5 | 70 | 15 | „ | 21—22 |
| 14 | 3 | 170 | 21 | „ | 12—13 |
| 15 | 3 | 210 | 19 | „ | 9—10 |
| 16 | 3 | 60 | 17 | „ | 28 |
| 17 | 3 | 74 | 19 | „ | 25—26 |
| 18 | 3,5 | 215 | 43 | „ | 20 |
| 19 | 4 | 100 | 32 | „ | 32 |
| 20 | 4,5 | 110 | 40 | „ | 36—37 |
| 21 | 5 | 80 | 29 | „ | 36—37 |

| No. | Beobachtet | | | Berechnet auf 100 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Breite d. Faser | Länge d. Faser | Zahl der Kerne | Länge | Zahl der Kerne |
| 1 | 1 | 60 | 4 | 100 | 6— 7 |
| 2 | 2 | 70 | 10 | „ | 14—15 |
| 3 | 2 | 60 | 6 | „ | 10 |
| 4 | 2 | 60 | 3 | „ | 5 |
| 5 | 2,75 | 70 | 16 | „ | 22—23 |
| 6 | 3 | 56 | 17 | „ | 30—31 |
| 7 | 3 | 60 | 12 | „ | 20 |
| 8 | 3 | 60 | 10 | „ | 16—17 |
| 9 | 3 | 60 | 14 | „ | 23—24 |
| 10 | 4 | 58 | 12 | „ | 20—21 |
| 11 | 4 | 70 | 17 | „ | 24—25 |
| 12 | 4 | 70 | 19 | „ | 27—28 |

Das allgemeine Resultat dieser Beobachtungen ist, dass die Zahl der Kerne mit dem Breiterwerden der Faser zunimmt; obwohl von dieser Regel auffallende Abweichungen z. B. Reihe I. No. 5, 8, 9, 12, 17 und 19; Reihe II. No. 10, 11 und 15; Reihe III. No. 4 vorhanden sind.

Die Kerne vermehren sich in vielen Fasern so sehr, dass fast Kern an Kern zu liegen scheint oder dass nur ein sehr schmales Körnerfädchen zwischen zwei Kernen bemerkt wird (Fig. 10). Im Innern der Kerne beobachtet man sehr häufig kleine Fettbläschen, welche oft dicht gedrängt an einanderliegen (Fig. 11). Dies ist häufiger bei dickeren, als schmäleren Fasern der Fall.

Bei breiter werdenden Fasern bleiben indess die Kerne nicht mehr allein in der Längenaxe liegen, sondern sie erscheinen auch zwischen der Längenaxe und dem Seitenrande. Hierbei ist bemerkenswerth, dass man die lange Kernreihe an mehren Stellen unterbrochen sieht, und an der Stelle, an welcher diese Unterbrechung Statt findet, liegt ein seitlicher Kern (s. Fig. 9); so dass es fast den Anschein hat, als sei der Kern aus der Mittelreihe herausgefallen und rücke nach dem Rande hin. Ich habe wiederholt gesehen, wie solche Seitenkerne noch dicht an der Mittelreihe anlagen, dann wieder, wie sie noch nicht völlig den Rand erreicht haben und endlich, wo sie dicht am Rande anliegen. —

Aber auch dabei bleibt es noch nicht stehen, sondern man findet fernerhin noch Fälle, wo der Rand durch die Kerne ordentlich hervorgetrieben erscheint und es den Anschein gewinnt, als ob diese Kerne auf der Muskelhülle auflägen, wie es in Fig. 8 bei einigen Kernen zu sehen ist.

Es ist nun bemerkenswerth, dass es Fasern der feinsten Art giebt, bei welchen der grösste Theil der Kerne in derselben Art aufzuliegen scheint, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. An dieser Faser sind nur 2 Kerne vollständig in der Mitte, die übrigen mehr oder weniger von der Mitte entfernt. Bei weiterer Entwicklung (Fig. 6 und 7) bemerkt man keine Randkerne mehr, alle Kerne liegen vielmehr in der Mitte.

Zufolge dieser Beobachtungen könnte man zu der Vermuthung geführt werden, von einer stärker gewordenen Faser, wie z. B. der in Fig. 8 dargestellten, schnüre sich am Rande eine junge Faser ab und gehe nun ihrer weiteren Entwicklung entgegen, indem ihre Randkerne in die Mitte rücken, hier sich vermehren, dass dann Nebenkerne heraustreten, dabei der Querschnitt zunähme und durch Bildung von Randkernen der Cyclus vollendet wäre. — Obwohl ich nun einige Erscheinungen gleich anführen werde, welche dieser Annahme zu entsprechen scheinen, so ist dennoch grosse Vorsicht erforderlich und ich muss hinzufügen, dass es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, eine Faser zu finden, bei welcher eine nach der Länge zu beobachtende Einknickung oder Einschnürung bemerkbar geworden wäre. Wohl aber ist es mir wiederholt vorgekommen, dass von einer Faser am Rande sich eine feinere abzuheben schien, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, wo dieselbe an einem Ende vollständig, am andern nicht mehr ganz mit der Grund- (oder Mutter-) Faser verbunden war. In andern Fällen war die Vereinigung noch lockerer, wie in Fig. 3 und 4. — Bei Untersuchung solcher Fasern war ich aufs eifrigste bemüht, um mich zu überzeugen, dass eine solche dünne Faser nicht etwa unter die andere sich gelegt hätte. Denn es kommen in der That Fälle vor, welche zu einer Täuschung veranlassen können, die jedoch beim Hin- und Herschieben des Deckgläschens und Hinzufügen von mehr Flüssigkeit vermieden wird.

Endlich habe ich noch die Spaltung der Fasern zu erwähnen, wie

sie in Fig. 1 und 1a dargestellt sind. Die Spaltung der Muskelfasern am Herzen und in der Zunge ist bereis schon vor längerer Zeit beobachtet worden, ich habe sie auch früher in den Muskeln des Magens von *Cobitis fossilis* (bei welchem Fische ich im Magen quergestreifte Muskelfasern entdeckt habe) wenn auch selten gefunden. Sie zeigen sich aber wahrscheinlich viel häufiger. — Sie sind jedoch sicher nicht gleicher Art. Bei grossen Fröschen habe ich dichotomische Theilungen stärkerer Fasern gesehen, wovon jede der beiden nahezu so stark war, als die ungetheilte. Unter 1000 kamen gewöhnlich 2, manchmal nur 1 solcher Fasern, selten mehr vor. — Anderer Art sind die Theilungen, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist. Hier ist der abgehende Zweig offenbar weniger entwickelt, schmäler, enthält wenige Kerne. Ob diese Art der Theilung einen Anfang von Abschnürung ausmacht, vermag ich nicht sicher zu entscheiden, obwohl es mir nicht unwahrscheinlich ist.

Schliesslich lässt sich für die Abschnürung noch eine Erscheinung geltend machen, die ungemein häufig beobachtet wird. Wenn man nämlich in einem kleinen Convolute neben einander liegender Fasern die einzelnen betrachtet, so wird man sehr oft neben ausgebildeten, breiten, ausserordentlich schmale, helle, oft nur mit einer Kernreihe in der Mitte versehene Fasern sehen, welche dicht an einer Seite, mitunter auch an beiden Seiten anliegen und grosse Aehnlichkeit mit den embryonalen haben.

## III.

# Ueber die Wirkung der Sitzbäder, der Brause und der nassen Einwickelung auf den Ausscheidungsprocess.

Von Böcker in Bonn.

### A. Die Sitzbäder.

Dr. Louis Lehmann, gegenwärtig Arzt am Bade zu Oeynhausen, stellte im Jahre 1853, als Arzt der Wasser-Heilanstalt zu Rolandseck Versuche über die Wirkung den Sitzbäder von verschiedenen Temperaturen an, und veröffentlichte seine Arbeit in dem „Archiv des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten zur Förderung der wissenschaftlichen Heilkunde von Dr. J. Vogel, Nasse und Beneke, Göttingen, 1854." Bd. I. S. 515 bis 543 incl. und Bd. II. S. 1 bis 23.

Am zuerst angeführten Orte S. 542 stellt er folgende Sätze auf:

1. Sitzbäder von $^1/_4$ Stunden Dauer und von 12 bis 7,7° R. warmem Wasser entziehen dem menschlichen Körper so viel Wärme, als hinreichend ist, um 45 Pfund Wasser um 1,6° R. höher zu erwärmen.

2. Solche Sitzbäder machen den Puls seltener.

3. Solche Sitzbäder haben einen vermehrten Verbrauch von Material innerhalb des Körpers zur Folge.

4. Solche Sitzbäder vermehren die Quantität des ausgeschiedenen Urins.

5. Solche Sitzbäder vermehren ansehnlich das im Urin auszuscheidende Wasser.

6. Solche Sitzbäder vermehren ansehnlich die im Urin auszuscheidenden festen Stoffe, die feuerfesten Salze, die Harnsäure und den Harnstoff.

7. Die Wirkung solcher Sitzbäder auf die Vermehrung der Urinentleerung tritt nicht unmittelbar nach genommenem Bade, sondern erst längere Zeit (eine halbe Stunde) nachher deutlich hervor.

8. Die Wirkung solcher Sitzbäder ist ungefähr eine und eine halbe Stunde lang in der Vermehrung der Urinentleerung wahrzunehmen.

9. Solche Sitzbäder vermehren die insensibeln Perspirationsstoffe. —

Diese Versuche von Dr. Lehmann wurden, wie sie es in der That auch verdienten, mit vielem Lobe aufgenommen, seine Schlüsse aus denselben wurden überall gebilligt, und stiessen nirgendwo auf Widerspruch.

Eine Arbeit, die so viel Mühe und Fleiss gekostet hat, wie die Lehmann'sche, ist einer Experimentalkritik werth. Eine solche werde ich hier vornehmen, und untersuchen:

1. dürfen die von Lehmann aufgestellten Thesen allgemeine Geltung beanspruchen? und

2. sind die von Lehmann gemachten Schlussfolgerungen überall gerechtfertigt?

Später werde ich dann auch die Versuche Anderer mit in das Bereich meiner Betrachtungen ziehen.

Meine Stellung als Arzt der Wasserheilanstalt in Rolandseck gab mir Gelegenheit und die Herbstferienzeit auch Musse, neue Versuche anzustellen, und von einem meiner vorzüglichsten Zuhörer, Herrn E. Lampe, stud. med. solche anstellen zu lassen.

Da Lehmann angiebt, dass die Wirkung der (7° bis 12° warmen) Sitzbäder auf die Vermehrung der Urinentleerung erst eine halbe Stunde nach genommenem Bade deutlich hervor- und 1½ Stunde später wieder zurücktrete, so wählte ich zu meinen Versuchen eine 3stündige Zeit. Sie wurden in folgender Weise angestellt:

Morgens gegen 6 Uhr stand ich auf, trank praecise 7 Uhr 200 C. C. Wasser, fuhr mit der Eisenbahn um 7 Uhr und 20 Minuten von Bonn nach Rolandseck, trank kurz nach meiner Ankunft, vor 8 Uhr,

250 C. C. Wasser, dann 300 C. C. lauwarme Milch und ass dazu 60 Grm. Weissbrod (ein Brödchen) welches ich mit Butter bestrich. Die Buttermenge habe ich nicht genau bestimmt, weil ich aus meinen früher angestellten, und zwar aus mehr als hundert Versuchen weiss, dass die Butter auf die Ausscheidung des Harns und der einzelnen Bestandtheile desselben gar keinen merklichen Einfluss übt. Die Resultate dieser meiner Versuche habe ich am 22. September 1857 auf der Naturforscherversammlung in Bonn öffentlich vorgetragen, und werde ich sie bald durch den Druck veröffentlichen. Uebrigens glaube ich doch, dass in allen Versuchen die von mir verbrauchte Buttermenge so ziemlich gleich geblieben sein wird.

Nach dem Frühstücke musste ich zu Stuhle, und um 8½ Uhr, unmittelbar nach der Koth- und Harn-Entleerung, wog ich mich auf einer genauen Lastwaage, welche bei der Belastung mit Gewichten und meinem Körper noch 5 Grmm. deutlich anzeigt, nackt ab. Kurz nach der Abwägung trank ich 250 C. C. Brunnenwasser, setzte mich ½ Stunde lang, ging dann immer ein und denselben Weg bis zur Rolandsecker Ruine, bewegte mich zu Hause nur wenig und wurde von den Kranken consultirt. Um 11½ Uhr wurde aller Urin auf einmal entleert, und wog ich mich dann nackt zum zweitenmale ab. Alle Versuche wurden in genau derselben Weise angestellt, nur dass ich in den Sitzbadeversuchen nach der Abwägung und gleich nach dem getrunkenen Glase Wasser ein Sitzbad von der unten anzugebenden Dauer nahm. Wenn also die Wirkung des Sitzbades sich in den ersten 2 Stunden nach demselben zeigt, so musste sie in dieser 3stündigen Versuchszeit deutlich hervortreten. Da ich an meiner gewöhnlichen Lebensweise gar nichts änderte, auch eine solche einhielt, wie sie in Wasserheilanstalten im Allgemeinen geführt wird, so war ein reines Resultat um so eher zu erwarten.

Die Menge des Urins wurde nach Cubikcentimetern bestimmt, der Harnstoff und die Chlorverbindungen, ersterer nach Ausfällung der letztern, nach Liebig's Titrirmethode bestimmt.[1])

[1]) Die Quecksilberlösungen, mit welchen ich und Herr Lampe titrirten, waren aus der Handlung des Medicinalrathes Dr. Mohr in Coblenz, bezogen durch Dr. Marquart in Bonn.

## I. Tabelle über den Normalzustand, ohne Sitzbad.

| Datum 1858 | Körpergewicht am Anfange Zpfd. | Loth | Schlusse des Versuchs Zpfd. | Loth | Körper-Gewichts-Verlust in Lothen | Harn-Menge in 3 Stund. in C.-C. | Harnstoff in 1000 Theilen | Kochsalz in 1000 Theilen | Harnstoff in 3 Stunden in Grammen | Kochsalz in 3 Stunden in Grammen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26. Sept. | 161 | 29 | 160 | 29 | 30 | 485 | 12,2 | 6,1 | 5,9 | 3,0 |
| 27. „ | 162 | 8 | 161 | 8 | 30 | 520 | 11,3 | 9,0 | 5,9 | 4,7 |
| 28. „ | 161 | 2 | 160 | 1,5 | 30,5 | 430 | 11,0 | 7,5 | 4,7 | 3,2 |
| 29. „ | 161 | 8 | 160 | 26 | 12 | 260 | 19,5 | 9,6 | 5,1 | 2,5 |
| 30. „ | 161 | 9,5 | 161 | 2 | 7,5 | 290 | 19,2 | 9,0 | 5,6 | 2,6 |
| 2. Oct. | 162 | 14 | 161 | 28,5 | 16,5 | 360 | 14,3 | 7,8 | 5,1 | 2,8 |
| 3. „ | 162 | 18,5 | 161 | 14 | 34 | 715 | 8,5 | 4,5 | 6,1 | 3,2 |
| 4. „ | 162 | 14 | 160 | 19 | 45 | 720 | 9,2 | 5,7 | 6,6 | 4,1 |
| 6. „ | 162 | 2 | 160 | 20 | 42 | 750 | 10,0 | 5,6 | 7,5 | 5,6 |
| 7. „ | 163 | 8 | 161 | 29 | 39 | 685 | 9,3 | 6,3 | 6,4 | 4,3 |
| Mittel aus 10 Versuchen. | | | | | 28,7 | 522 | | | 5,9 | 3,6 |

**Bemerkungen.**

Der Harn war in allen Versuchen klar, weingelb, sauer von Reaction. Stuhlentleerungen kamen in der Versuchszeit nicht vor.

## II. Tabelle über die Körpergewichtsverluste und die Harnausscheidung mit Sitzbad.

| Datum 1858 | Dauer des Sitzbades in Minuten | Wärme des Bade-Raums in Graden nach R. | Temperatur des Bade-Wassers beim Beginn | Ende des Bades in Graden nach Réaumur | Temperaturzunahme des Bades w. | Körpergewicht am Anfange Zpfd. | Loth | Schlusse des Versuchs Zpfd. | Loth | Körpergewichtsverlust in Lothen | Harnmenge in Cubikcentimetern von 3 Stunden | Harnstoff in 1000 Theilen | Kochsalz in 1000 Theilen | Harnstoff in 3 Stunden in Grammen | Kochsalz in 3 Stunden in Grammen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oct. | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 20 | 12 | 8,5 | 10,5 | 2 | 161 | 13,5 | 161 | 8 | 5,5 | 365 | 14,6 | 9,8 | 5,3 | 2,7 |
| 9 | 20 | 8 | 8,5 | 10,5 | 2 | 161 | 11 | 159 | 26 | 55,0 | 773 | 9,0 | 6,0 | 6,9 | 4,6 |
| 10 | 20 | 11 | 8,0 | 10 | 2 | 160 | 28,5 | 160 | 18,5 | 10 | 340 | 17,0 | 10,0 | 6,3 | 3,4 |
| 11 | 25 | 11 | 8,0 | 10 | 2 | 161 | 21 | 160 | 28,5 | 22,5 | 475 | 11,7 | 9,2 | 5,6 | 4,3 |
| 12 | 28 | 12 | 8,75 | 11,5 | 2,75 | 162 | 26 | 161 | 29 | 27 | 560 | 10,7 | 6,4 | 6,0 | 3,6 |
| 13 | 30 | 14 | 8,5 | 11,5 | 3 | 161 | 26 | 161 | 13,5 | 12,5 | 278 | 18,8 | 9,2 | 5,2 | 2,6 |
| 14 | 32 | 11 | 9 | 12 | 3 | 161 | 11 | 160 | 18 | 23 | 458 | 12,0 | 5,3 | 5,5 | 3,1 |
| 15 | 32 | 16 | 10 | 14 | 4 | 162 | 9,5 | 161 | 3 | 36,5 | 495 | 12,2 | 6,0 | 6,0 | 3,0 |
| 16 | 35 | 14,5 | 9,5 | 13 | 3,5 | 161 | 29 | 160 | 29 | 30 | 445 | 12,0 | 6,5 | 5,3 | 2,3 |
| 18 | 40 | 18 | 9,25 | 13,5 | 4,25 | 162 | 2 | 160 | 20 | 43 | 512 | 10,4 | 5,0 | 5,3 | 2,6 |
| Mittel aus 10 Versuchen. | | | | | | | | | | 26,5 | 470 | | | 5,7 | 3,2 |

**Bemerkungen.**

Urin klar, weingelb, sauer, Fäces keine. Am 15. und 18. Oct. war die Bewegung während der Versuchszeit dreimal so gross wie in allen übrigen Versuchen, da ich über Land einen Krankenbesuch machen musste. Bei der Bewegung kam ich in gelinde Transpiration.

**III. Tabelle über die Pulsschläge vor (a) und während (d) des Sitzbades.**

| Minute | 8. Oct. | 9. Oct. | | 11. Oct. | | 12. Oct. | | 13. Oct. | | 14. Oct. | | 15. Oct. | | 16. Oct. | | 18. Oct. | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | a | d | a | d | a | d | a | d | a | d | a | d | a | d | a | d | |
| 1 | 72 | | | | 66 | | 70 | | 70 | | | | | | | | | Die Pulsbestimmungen vor dem Sitzbade wurden, wie sich aus der Tabelle ergiebt, zum Theil kurz nach dem Frühstück, zum Theil bei dem Abwägen, zum Theil unmittelbar vor dem Sitzbade, nachdem ich mich in das Badezimmer begeben, angestellt. Ich gebrauchte dazu eine genaue Secundenuhr, und zählte den Puls ½ Minute lang, die andere halbe Minute wurde zum Aufschreiben der Zahl benutzt.<br>Das zum Sitzbade benutzte Wasser war 50½ Zollpfund schwer. 12 Quart Wasser waren erforderlich, das Niveau des Wassers dahin zu bringen, wo es im Badeapparat stand, wenn ich mich hineingesetzt hatte.<br>Wenn ich im Badeapparat sass, so wurden alle Theile meines Körpers, von etwas oberhalb der Kniegelenke, bis ein Paar Finger breit oberhalb des Nabels vom Wasser bedeckt. |
| 2 | 66 | | 72 | | 68 | | 68 | | 68 | 64 | 66 | 62 | 72 | 62 | 64 | 63 | 72 | |
| 3 | 64 | | 72 | | 66 | | 67 | 62 | 68 | 63 | 65 | 62 | 72 | 63 | 63 | 64 | 72 | |
| 4 | 68 | | 71 | | 65 | | 65 | 62 | 67 | 64 | 64 | 63 | 72 | 64 | 62 | 65 | 72 | |
| 5 | 64 | | 68 | | 64 | 60 | 66 | 62 | 67 | 64 | 64 | 64 | 71 | 65 | 61 | 66 | 71 | |
| 6 | 65 | | 68 | | 62 | 60 | 66 | 62 | 68 | 64 | 63 | 63 | 70 | 64 | 60 | 63 | 71 | |
| 7 | 66 | | 68 | | 62 | 60 | 66 | 62 | 66 | 62 | 62 | 65 | 70 | 65 | 62 | | 70 | |
| 8 | 66 | | 68 | | 62 | | 66 | | 64 | | 63 | 66 | 69 | 64 | 62 | | 70 | |
| 9 | 68 | | 68 | | 62 | | 62 | | 64 | | 64 | | 69 | 62 | 61 | | 70 | |
| 10 | 66 | 60 | 67 | | 62 | | 62 | | 63 | | 64 | | 69 | 62 | 61 | | 69 | |
| 11 | 66 | 59 | 69 | 60 | 62 | | 62 | | 64 | | 64 | | 69 | 62 | 62 | | 67 | |
| 12 | 66 | 59 | 68 | 60 | 61 | 60 | 66 | | 64 | | 64 | | 69 | | 62 | 64 | 66 | |
| 13 | 66 | 59 | 68 | 60 | 60 | 60 | 65 | | 65 | | 64 | | 69 | | 62 | 63 | 64 | |
| 14 | 67 | 58 | 69 | 60 | 60 | | 64 | | 65 | | 64 | 66 | 69 | | 62 | 63 | 64 | |
| 15 | 66 | 60 | 68 | 60 | 60 | 60 | 64 | | 65 | | 64 | 68 | 68 | | 62 | 65 | 66 | |
| 16 | 65 | 64 | 69 | 60 | 60 | 60 | 63 | 62 | 65 | | 64 | 67 | 67 | | 62 | 66 | 66 | |
| 17 | 64 | 61 | 70 | 60 | 61 | | 62 | 62 | 65 | | 64 | 66 | 66 | | 62 | 65 | 65 | |
| 18 | 65 | 60 | 69 | 60 | 62 | | 62 | 62 | 65 | | 64 | | 66 | | 62 | 64 | 64 | |
| 19 | 64 | 68 | 69 | | 61 | | 64 | 62 | 64 | | 64 | | 66 | | 62 | 63 | 64 | |
| 20 | 65 | 64 | 72 | | 60 | | 62 | 62 | 64 | | 64 | | 63 | | 62 | | 64 | |
| 21 | | 64 | | | 61 | | 64 | | 64 | | 63 | | 62 | | 62 | | 64 | |
| 22 | | | | | 62 | | 63 | | 64 | | 62 | | 62 | | 62 | | 64 | |
| 23 | | | | | 62 | | 64 | | 64 | | 62 | | 62 | | 62 | | 64 | |
| 24 | | | | | 62 | | 63 | | 64 | | 64 | | 64 | | 62 | | 64 | |
| 25 | | | | | 63 | | 63 | | 63 | | 64 | | 65 | | 62 | | 64 | |
| 26 | | | | | | | 64 | | 63 | | 62 | | 66 | | 63 | | 63 | |
| 27 | | | | | | | 64 | | 62 | | | | 64 | | 63 | | 62 | |
| 28 | | | | | | | 64 | | 62 | | | | 64 | | 63 | | 62 | |
| 29 | | | | | | | | | 62 | | | | 64 | | 63 | | 62 | |
| 30 | | | | | | | | | 62 | | | | 64 | | 64 | | 62 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 64 | | 63 | | 62 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 64 | | 62 | | 62 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | 61 | | 62 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | 62 | | 63 | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | 62 | | 64 | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | 63 | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | 64 | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | 63 | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | 62 | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | 62 | |

Bevor ich meine eignen Versuche mit denen des Herrn Lehmann vergleiche, führe ich noch eine Versuchsreihe des Herrn Lampe an. Meine Versuche sind nämlich aus dem oben S. 52 angeführten Grunde in anderer Weise, als die von Lehmann angestellt. Herr Lampe da-

gegen hat mit Ausnahme des kurz vor dem Versuche getrunkenen Wassers, ganz in derselben Weise wie Lehmann experimentirt, und zwar folgendermaassen.

Morgens vor 6 Uhr stand Herr Lampe auf, urinirte um 6 Uhr, trank 606 Cubikcentimeter Brunnenwasser, wog sich auf einer genauen Körperwaage ab, und nahm gleich nachher ein Sitzbad von 21 Minuten Dauer. Nach dem Bade machte er sich eine, sich immer, auch in den Versuchstagen ohne Sitzbad vollkommen gleichbleibende körperliche Bewegung zu Fusse, brachte dann den ganzen Morgen mit chemischen Analysen und Studiren zu, urinirte praecise 12 Uhr und wog sich dann wieder ab. In der ganzen Versuchszeit wurde weder etwas gegessen, noch getrunken. Mittags um 1 Uhr und Abends um 7 Uhr wurden in allen Versuchen sich immer gleich bleibende Mengen von Fleisch, Milch, Eiern und Brod, d. h. gleichviel Fleisch, gleichviel Milch, Eier und Brod genossen. Nachmittags um 4 Uhr immer dieselbe Menge Kaffee von gleicher Stärke. Auch die körperliche Bewegung und die Beschäftigung des Nachmittags waren immer genau gleich. Um 10 Uhr ging Herr Lampe zu Bette. Der Urin von Mittags 12 Uhr bis den andern Morgen 6 Uhr wurde in einem luftdicht verschlossenen Glase gesammelt und analysirt.

Die Bedingungen, unter welchen die Versuche angestellt wurden, waren an allen Versuchstagen so genau wie möglich gleich. Jeder, der Versuche der Art angestellt hat, wird wissen, welche grosse Selbstüberwindung zu solchen genauen Versuchen gehört, und es mag Herr Lampe hierin eine Entschuldigung finden, wenn er nur 8 Versuche über Sitzbäder machte.

Zu bemerken ist schliesslich, dass Herr Lampe ein sehr gesunder, kräftiger Mann von 32 Jahren ist.

## IV. Tabelle. Körpergewicht.

**Erste Reihe.** **Mit Sitzbad.**

| Tag der Reihe. | Datum. Sept. | Gewicht I. Kilo-Gramm | | Gewicht II. Kilo-Gramm | | I—II. Grmm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 86 | 100 | 85 | 117 | 983 |
| 2 | 17 | 86 | 933 | 85 | 458 | 1475 |
| 3 | 18 | 86 | 208 | 84 | 875 | 1333 |
| 4 | 19 | 86 | 800 | 85 | 300 | 1500 |

Mittel der Körperverluste: 1323
Mittlerer Fehler: 220
Fehlersumme: 483
Schwankungsgrösse: 517
Mittelunterschied: 244

**Zweite Reihe.** **Ohne Sitzbad.**

| Tag der Reihe. | Datum. Sept. | Gewicht I. Kilo-Gramm | | Gewicht II. Kilo-Gramm | | I—II. Grmm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | 86 | 133 | 85 | 133 | 1000 |
| 2 | 24 | 86 | 133 | 85 | 50 | 1083 |
| 3 | 25 | 85 | 300 | 84 | 550 | 750 |
| 4 | 26 | 85 | 800 | 84 | 317 | 1483 |

Mittel der Körperverluste: 1079
Mittlerer Fehler: 263
Schwankungsgrösse: 733

**Anmerkung.** Temperatur des Sitzbadewassers bei 1 = 16,9° Cels.
2 = 16,4° „
3 = 17,4° „
4 = 15,3° „

## V. Tabelle. Menge des Harns.

**Erste Reihe.**

| Tag der Reihe. | Datum. Sept. | Harn A. Cctm. | Harn B. Cctm. | A + B. Cctm. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 495 | 792 | 1287 |
| 2 | 17 | 1043 | 1897 | 2940 |
| 3 | 18 | 725 | 1721 | 2446 |
| 4 | 19 | 1091 | 1588 | 2679 |
| Mittel: | | 839 | 1500 | 2338 |

| | | Vom Harn A sind gelassen | | Mittlerer Fehler: |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 17 | 8 Uhr | 641 CCtm. | von Reihe A = 242 |
| | | 10 „ | 219 „ | „ „ B = 423 |
| | | 12 „ | 183 „ | Fehlersumme: 522 } A |
| | | Sa. | 1043 CCtm. | Mittelunterschied: 185 } A |
| 3 | 18 | 8 Uhr | 536 „ | |
| | | 10 „ | 86 „ | |
| | | 12 „ | 103 „ | |
| | | Sa. | 725 CCtm. | |
| 4 | 19 | 8 Uhr | 759 „ | |
| | | 10 „ | 172 „ | |
| | | 12 „ | 160 „ | |
| | | Sa. | 1091 CCtm. | |

**Zweite Reihe.**

| Tag der Reihe. | Datum. Sept. | Harn A. Cctm. | Harn B. Cctm. | A + B. Cctm. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | 354 | 1271 | 1625 |
| 2 | 24 | 724 | 2776 | 3500 |
| 3 | 25 | 429 | 1662 | 2091 |
| 4 | 26 | 1109 | 1753 | 2862 |
| Mittel: | | 654 | 1846 | 2500 |

| | | | | Mittlerer Fehler: |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | 8 Uhr | 156 CCtm. | von Reihe A: 280 |
| | | 10 „ | 100 „ | „ „ B: 556 |
| | | 12 „ | 98 „ | Fehlersumme: 979 } B |
| | | Sa. | 354 CCtm. | Mittelunterschied: 346 } B |
| 2 | 24 | 8 Uhr | 397 CCtm. | |
| | | 10 „ | 222 „ | |
| | | 12 „ | 105 „ | |
| | | Sa. | 724 CCtm. | |
| 3 | 25 | 8 Uhr | 190 „ | |
| | | 10 „ | 133 „ | |
| | | 12 „ | 106 „ | |
| | | Sa. | 429 CCtm. | |
| 4 | 26 | 8 Uhr | 560 „ | |
| | | 10 „ | 236 „ | |
| | | 12 „ | 313 „ | |
| | | Sa. | 1109 CCtm. | |

## VI. Tabelle. Harnstoff.

Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [1]) ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. |
| 1 | 27,2 | 13,5 | 51,5 | 39,8 | 41,5 | 53,3 |
| 2 | 17,3 | 18,0 | 26,1 | 49,5 | 25,4 | 67,5 |
| 3 | 18,7 | 13,5 | 27,0 | 46,5 | 24,5 | 60,0 |
| 4 | 15,8 | 17,2 | 27,5 | 43,7 | 22,7 | 60,9 |
| Summa: | | 62,2 | | 179,5 | | 241,7 |
| Mittel: | | 15,5 | | 44,9 | | 60,4 |
| Mittlerer Fehler: | | 20,7 | | 3,57 | | 5,03 |
| Fehlersumme: | | 4,49 | | 5,92 | | 8,17 |
| Mittelunterschied: | | 1,9 | | 0,9 | | 1,0 |

Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. |
| 1 | 28,9 | 10,2 | 34,7 | 44,1 | 33,4 | 54,3 |
| 2 | 20,5 | 14,8 | 17,3 | 47,8 | 17,9 | 62,6 |
| 3 | 29,6 | 12,7 | 29,1 | 48,4 | 29,2 | 61,1 |
| 4 | 15,1 | 16,7 | 24,5 | 42,9 | 20,8 | 59,6 |
| Summa: | | 54,4 | | 183,2 | | 237,6 |
| Mittel: | | 13,6 | | 45,8 | | 59,4 |
| Mittlerer Fehler: | | 2,42 | | 2,35 | | 3,14 |

## VII. Tabelle. Chlor-Natrium.

Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. |
| 1 | 3,9 | 1,9 | 10,5 | 8,3 | 7,9 | 10,2 |
| 2 | 7,0 | 7,3 | 7,7 | 14,6 | 7,5 | 21,9 |
| 3 | 7,1 | 5,1 | 9,6 | 16,5 | 8,8 | 21,6 |
| 4 | 9,6 | 10,5 | 12,1 | 19,2 | 11,1 | 29,7 |
| Summa: | | 24,8 | | 58,6 | | 83,4 |
| Mittel: | | 6,2 | | 14,65 | | 20,85 |
| Mittlerer Fehler: | | 3,14 | | 4,05 | | 6,97 |
| Fehlersumme: | | 4,38 | | 6,87 | | 10,38 |
| Mittelunterschied: | | 0,9 | | 3,2 | | 2,4 |

Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. |
| 1 | 10,3 | 3,6 | 13,0 | 16,5 | 12,4 | 20,1 |
| 2 | 8,4 | 6,1 | 8,2 | 22,8 | 8,26 | 28,9 |
| 3 | 11,7 | 5,0 | 9,7 | 16,1 | 10,1 | 21,1 |
| 4 | 6,0 | 6,6 | 9,3 | 16,3 | 8,0 | 22,9 |
| Summa: | | 21,3 | | 71,7 | | 93,0 |
| Mittel: | | 5,3 | | 17,9 | | 23,3 |
| Mittlerer Fehler: | | 1,24 | | 2,82 | | 3,41 |

[1]) Das Zeichen ‰ bedeutet, dass die in der betreffenden Columne stehenden Zahlen auf 1000 Theile Urin berechnet sind.

**VIII. Tabelle.**

| | Schwefelsäure. | | | | Phosphorsäure an Alkalien gebunden. | | | | Erdphosphate. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A. | | | | A. | | | | A. | | | |
| | Erste Reihe. | | Zweite Reihe. | | Erste Reihe. | | Zweite Reihe. | | Erste Reihe. | | Zweite Reihe. | |
| | ‰ | In 6 St. in Grm. | ‰ | In 6 St. in Grm. | ‰ | In 6 St. in Grm. | ‰ | In 6 St. in Grm. | ‰ | In 6 St. in Grm. | ‰ | In 6 St. in Grm. |
| 1 | 1,0 | 0,50 | 1,5 | 0,53 | 1,00 | 0,50 | 1,14 | 0,40 | 0,24 | 0,12 | 0,36 | 0,13 |
| 2 | 0,5 | 0,52 | 0,8 | 0,58 | 0,52 | 0,54 | 0,57 | 0,41 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,17 |
| 3 | 0,7 | 0,51 | 1,3 | 0,56 | 0,57 | 0,41 | 1,05 | 0,45 | 0,24 | 0,17 | 0,32 | 0,14 |
| 4 | 0,5 | 0,55 | 0,5 | 0,55 | 0,23 | 0,25 | 0,44 | 0,49 | 0,16 | 0,17 | 0,12 | 0,13 |
| Mittel: | | 0,52 | | 0,55 | | 0,43 | | 0,44 | | 0,17 | | 0,14 |

Betrachten wir zunächst die in Tab. IV. bis VIII. aufgeführten Ergebnisse der Körpergewichtsverluste und der Harnuntersuchungen.

1. Mit Sitzbad büsste Herr Lampe in 6 Stunden durchschnittlich 1323 Grmm., ohne dasselbe 1079 Grmm. ein, also ein Mittelunterschied von 244 Grmm. Hunderte von Aerzten würden daraus den Schluss ziehen, dass durch das Sitzbad die Gesammtkörperverluste, somit auch die insensibeln Perspirationsstoffe sehr bedeutend vermehrt würden. Eine, den mathematischen Gesetzen entsprechende Verwerthung der gewonnenen Zahlen, wie sie von Professor Radicke in seiner ausgezeichneten und höchst verdienstvollen Arbeit: „die Bedeutung und der Werth arithmetischer Mittel, mit besonderer Beziehung auf die neueren physiologischen Versuche zur Bestimmung des Einflusses gegebener Momente auf den Stoffwechsel, und Regeln zur exacteren Beurtheilung dieses Einflusses“ in dem Archiv für physiologische Heilkunde von Wunderlich 1858 S. 145 bis 219, gelehrt worden ist, wird uns vor solchen übereilten Schlussfolgerungen bewahren.

Nach dem daselbst angegebenen Kriterium darf man den Mittelunterschied zweier zu vergleichenden Beobachtungsreihen nicht mehr, wie es meistentheils bisher geschah, allgemein als entscheidend ansehen, sondern nur dann, wenn derselbe die Summe der mittleren Fehler (oder der mittleren Schwankungen, wie es dort heisst) übertrifft, oder doch zum mindesten ihr gleichkommt. Ferner verliert, selbst bei Erfüllung dieser Bedingung, der Schluss seine bindende Kraft, wenn die Zahl der

Beobachtungen eine zu geringe ist, und es kann das Resultat dann höchstens einen Werth haben, als Bestätigung eines gleichlautenden aus hinlänglich zahlreichen Beobachtungen gezogenen Resultats. In gegenwärtigem Falle ergiebt die Tabelle IV für die Summe der mittleren Fehler die Zahl 483, also bedeutend mehr, als für den Mittelunterschied, der nur 244 beträgt, so dass die vorliegenden Versuche keinesweges irgend welche Sicherheit dafür gewähren, dass die Sitzbäder bei Herrn Lampe die Körpergewichtsverluste verändert haben. Die Abnahme der Mittelzahl kann nämlich sehr leicht durch zufällige Nebenursachen herbeigeführt sein.

Aus denselben Gründen schliessen wir aus den Tabellen V bis VIII, dass bei Herrn Lampe weder die Menge des Harns, noch die des Harnstoffs, noch der Chlorverbindungen, noch der schwefelsauren und phosphorsauren Verbindungen, noch die der Erdphosphate in entschiedener Weise durch das Sitzbad verändert, weder vermehrt noch vermindert worden sind.

Die von mir selbst angestellten, in Tabelle I und II angeführten Untersuchungen über das 8 bis 10° R. warme Sitzbad geben dasselbe negative Resultat, wie die des Herrn Lampe. In einem Zeitraume von 3 Stunden wurden durch ein 20 bis 40 Minuten dauerndes Sitzbad bei mir weder die Gesammtkörperverluste, noch die Menge des Harns, des Harnstoffs und der Chlorverbindungen in deutlicher Weise verändert. Dieses Resultat geht so zweifellos aus dem einfachen Ueberblick der Zahlen hervor, dass ich es nicht für nöthig gehalten habe, den mittlern Fehler aus den Zahlenreihen zu berechnen.

Hieraus folgt, dass bei Herrn Lampe und mir eine, die ebengenannten Ausscheidungen verändernde Wirkung der Sitzbäder sich weder in den ersten drei, noch auch in den ersten sechs Stunden nach dem Sitzbade bemerklich macht. Wer die Tabellen IV bis VIII aufmerksam betrachtet, wird finden, dass in den Lampe'schen Versuchen ein Sitzbad von 21 Minuten Dauer und 15° bis 17° C. weder auf die 24stündigen Körperverluste, noch auf die in 24 Stunden aus-

geschiedene Menge des Harns, des Harnstoffs und des Kochsalzes von veränderndem Einflusse ist.

Die von mir und Herrn Lampe genommenen Sitzbadversuche haben also keinen Beweis geliefert für vermehrten Verbrauch von Material innerhalb des Körpers.

Wir sehen, dass aus unseren Versuchen keine Berechtigung hervorgeht, den im Eingange dieser Arbeit von Lehmann unter Nr. 3 bis 9 angeführten Schlüssen über die von ihm behauptete Wirkung der Sitzbäder beizutreten. Da in den letzten Jahren die Heilkunde mit so vielen sogenannten exacten Untersuchungen bereichert worden ist, welche Zahlen zur Grundlage haben, aus denen unrichtige Schlussfolgerungen gezogen sind, so wird es wohl der Mühe lohnen, die Lehmann'schen Zahlen etwas näher zu untersuchen und zu sehen, ob die angeblichen Resultate aus ihnen herzuleiten sind.

In der folgenden Tabelle gebe ich eine Uebersicht der Lehmann'schen Versuche, die eine 6stündige Versuchszeit umfassen. Die Zahlen bedeuten Grammen.

**IX. Tabelle. Zusammenstellung der Lehmann'schen Versuche.**

| Ohne Sitzbad. | | | | | | | | Mit Sitzbad. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1853. Datum: | Körpergewichts-Verlust. | Urin. | Feuerfeste Salze. | Harnstoff. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure an Alkalien gebunden. | Erdphosphate. | 1853. Datum: | Körpergewichts-Verlust. | Urin. | Feuerfeste Salze. | Harnstoff. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure an Alkalien gebunden. | Erdphosphate. |
| 25/VII | 300 | 201 | 3,7 | 4,6 | 1,56 | 1,56 | 0,74 | 18/VIII | 705 | 334 | 6,1 | 7,7 | 1,76 | | 0,26 |
| 31/VII | 524 | 275 | 4,7 | 6,9 | 0,46 | 1,18 | 0,52 | 18/VIII | 910 | 674 | 8,2 | 11,0 | 0,53 | 0,35 | 0,37 |
| 2/VII | 298 | 227 | 4,8 | 6,8 | 0,53 | 0,71 | 0,18 | 23/VIII | 628 | 280 | 5,8 | 6,9 | 0,50 | 0,13 | 0,36 |
| 9/VIII | 600 | 364 | 4,8 | 8,2 | 0,53 | 0,23 | 0,23 | 1/IX | 435 | 200 | 3,7 | 7,6 | 0,56 | 0,34 | 0,25 |
| 5/IX | 415 | 194 | 3,6 | 6,4 | fehlt | 0,21 | 0,21 | 10/X | 825 | 601 | 6,5 | 11,2 | 0,82 | | 0,20 |
| 17/IX | 475 | 283 | 3,8 | 6,7 | 0,44 | 0,31 | 0,17 | 20/X | 625 | 364 | 6,5 | 11,2 | 0,57 | 0,38 | 0,22 |
| 23/X | 521 | 291 | 5,7 | 8,8 | 0,54 | fehlt | 0,21 | 29/X | 838 | 583 | 9,1 | 14,3 | | 0,55 | 0,45 |
| 17/XI | 575 | 342 | 7,5 | 8,3 | 0,78 | 0,25 | 0,20 | 1/XI | 1025 | 668 | 10,0 | 13,2 | 0,57 | 0,32 | 0,29 |
| **Mittel:** | **461** | **272** | **4,8** | **7,1** | **0,69** | **0,52** | **0,31** | | **749** | **463** | **6,9** | **10,4** | **0,61** | **0,34** | **0,30** |
| Mittler. Fehler: | 109 | 58 | | 1,25 | | 0,34 | | | 176 | 176 | | 2,52 | | 0,39 | |
| Fehler-Summe: | 285 | 234 | | 3,77 | | 1,23 | | | | | | | | | |
| Mittel-Unterschiede: | 285 | 191 | | 3,30 | | 0,18 | | | | | | | | | |

Man sieht aus dieser Tabelle, dass überall, ausser bei den Körpergewichtsverlusten die Mittelunterschiede erheblich geringer ausfallen, als die Summen der mittleren Fehler, und dass man daher, abgerechnet die gedachte Ausnahme, keineswegs die Lehmann'schen Schlüsse als sicherstehend betrachten darf, und es erweisen sich, wenn man das Verhalten des Körpergewichts ausschliesst, die Lehmann'schen Versuche ebenso unentschieden, wie die von Lampe und mir. Namentlich also haben wir durchaus noch keinen Grund, eine Vermehrung des Urins, der feuerfesten Salze, des Harnstoffs, der Chlorverbindungen, der Schwefelsäure, der Phosphorsäure und der Erdphosphate als Wirkungen der 7° bis 14° R. warmen Sitzbäder hinzustellen.

Zu bemerken ist noch, dass Lehmann am 13., 18. und 23. Aug. ein Sitzbad, am 1. Sept., 10. Oct. und 20. Oct. zwei, und am 29. Oct. und 1. Nov. drei Sitzbäder, jedes von 15 Minuten Dauer genommen hat. Mithin vermögen selbst zwei- bis drei Mal in 6 Stunden wiederholte Sitzbäder nicht, deutliche Einwirkungen auf die Körperausscheidungen hervorzubringen. Die Harnsäure habe ich deshalb nicht mit aufgeführt, weil die Harnsäuremengen in der Normalreihe zwischen 0,040 Grmm. und 0,146 Grmm., in der Reihe mit Sitzbädern zwischen 0,02 und 0,16 Grmm., also in einer solchen Weise schwanken, dass selbst die Vergleichung der Mittel aus 8 Versuchen ganz und gar unstatthaft ist.

Durch die von Lehmann erhaltenen Zahlen werden seine eigenen Schlussfolgerungen, mit Ausnahme des nicht unwahrscheinlichen grössern Körperverlustes durch Sitzbäder, nicht hinreichend gestützt, und es stimmen die von ihm über die Sitzbäder gemachten Versuche, soweit sie die Harnausscheidungen betreffen, in ihren Resultaten mit den meinigen und denen des Herrn Lampe überein.

Bei dieser Gelegenheit kann ich eine hierhergehörige Bemerkung nicht unterdrücken. Im Jahre 1857 bot ich meine Sarsaparille-Arbeit, welche in Reil's Journal für Pharmakodynamik Bd. II, 1. abgedruckt ist, einem Redacteur eines andern deutschen medicinischen Journals zur Aufnahme an. Dieser stellte mir die Bedingung zur Aufnahme, dass ich bloss die Mittelwerthe, aber nicht die sämmtlichen

Zahlen, aus denen ich sie erhalten, abdrucken lasse, da der Druck der Zahlen zu kostspielig sei, und man nicht nöthig habe, die Originalzahlen zu kennen, wenn man nur das arithmetische Mittel wisse. Dieser Herr hatte einen schönen Begriff von dem Mittelwerthe! Da Radicke in seiner vorzüglichen Arbeit mathematisch nachgewiesen hat, dass heutzutage eine Unmasse von Irrthümern durch die Unkunde von dem Werthe und der Bedeutung der Mittel in die Wissenschaft eingeschleppt werden, so ist klar, dass die blosse Aufführung der Mittelzahlen es dem Leser ganz unmöglich macht, zu erkennen, ob die aus den Zahlen gezogenen Mittel richtig verwerthet sind oder nicht, und dass jeder vorsichtige und gewissenhafte Forscher die sämmtlichen Originalzahlen mitzutheilen sich verpflichtet fühlen wird. Hätte Lehmann uns bloss seine Mittelzahlen vorgeführt, so würde er umsonst gearbeitet haben. Es würde mir nicht möglich gewesen sein, seine nicht genügend motivirten Schlussfolgerungen aus seinen richtigen Zahlen zu rectificiren. Jetzt bleiben seine Versuche, mathematisch richtig gedeutet, eine wirkliche, dauernde Errungenschaft für die Wissenschaft.

Es ist nur zu bedauern, dass Lehmann seine Versuche in zu weit von einander abgelegenen Tagen (s. o. die Tabelle IX) angestellt hat. Liegen schon die Versuche, welche mit einander verglichen werden, einen Monat und länger auseinander, so gilt die Vermuthung, dass die Ausscheidungen durch veränderte Temperaturverhältnisse, veränderten Feuchtigkeitsgrad und Druck der Luft, und vieles Andere, was ich hier nicht weiter auszuführen brauche, sich so verändern, dass die Einwirkung eines Sitzbades dagegen entweder zurücktrete oder doch unkenntlich gemacht werde. Um so unsicherer müssen demnach die Schlussfolgerungen sein. Es ist sehr wünschenswerth, dass die einzelnen, mit einander verglichenen Versuche so nahe wie möglich zusammengerückt werden. Diese Unsicherheit der Schlussfolgerungen muss um so mehr sich geltend machen, wenn die verglichenen Reihen nur klein sind und, wie die Lehmann'schen, nur 8 Versuche umfassen. Das oben als richtig hervorgehobene Resultat der nicht unwahrscheinlichen grössern Gesammtkörperverluste durch die von Lehmann

angewandten Sitzbäder darf nur mit Vorsicht aufgenommen werden. So viel ist aber gewiss, dass dieser Effect nur ein individueller ist, und z. B. bei Lehmann zutrifft, dagegen weder bei mir, noch auch bei Herrn Lampe.

Ueber das Verhalten des Pulses im Sitzbade haben unter Anderen Johnson, Petri, Lehmann, Lampe und ich Versuche angestellt, welche durchaus kein übereinstimmendes Resultat ergeben.

Was die Versuchsanstellung der drei zuerst genannten Herren anbetrifft, so haben sie nur ein einziges Mal vor dem Sitzbade den Puls gemessen, ein Verfahren, welches durchaus nicht zu billigen ist, da die Pulszahl nach den verschiedenen Zuständen des Körpers, Bewegung, Stehen, Sitzen, Liegen, u. s. w. sich sehr ändert. Im Sitzbade selbst hat man die Pulsschläge oft gezählt, und hätte man ein Gleiches auch vor dem Sitzbade thun sollen. Lehmann sagt a. a. O.: „Damit ich den Einfluss, welcher, wie wir wissen, schon durch Entkleiden in kühlem Raume auf Puls und Athem geübt wird, nicht auf Rechnung des Bades stellte, entkleidete ich mich vorher, so, wie zum Sitzbade nöthig, setzte mich in dieselbe Position, wie im Sitzbade und zählte dann zuerst meinen Puls, nach einer die Secunden anzeigenden Uhr. Sass ich im Sitzbade, so zählte ich wieder, ebenso nach 5, nach 10, nach 14 Minuten.“

Wenn also Lehmann erst in das Badehaus ging, sich bei dem Gehen und darauf beim Entkleiden bewegte, so musste die vor dem Bade gewonnene Pulszahl sehr hoch ausfallen, und konnte somit zu Vergleichen mit der beim ruhigen Sitzen im Bade erhaltenen nicht benutzt werden. Wie Johnson und Petri bei ihren Versuchen verfahren, ist von ihnen nicht angegeben, sie haben aber Beide den Puls vor dem Bade nur ein einziges Mal gezählt, und es ist zu vermuthen, dass sie ähnlich wie Lehmann dabei zu Werke gingen.

Johnson sagt in seinen „Untersuchungen über die Wirkungen des kalten Wassers auf den gesunden Körper, a. d. E. von Dr. G. W. Scharlau Stettin 1851, S. 179: „ein Sitzbad von $^1/_4$ Stunde erzeugt stets eine Verminderung der Pulszahl.“

Petri bekam schon andere Ergebnisse, die er in seiner „wissen-

schaftlichen Begründung der Wasserkur, Coblenz 1853" S. 174 folgendermaassen ausdrückt: „Die Beobachtungen von Johnson dürfen nicht zu dem Schlusse verleiten, dass in einem halbstündigen Sitzbade ein stetiges Fallen des Pulses unter allen Umständen stattfinde. So wie bei dem kalten Tuche, so ist auch bei dem Sitzbade der Grad der Eigenwärme von entscheidendem Einflusse auf die Blutbewegung, und zwar bedingt das Anhalten derselben durch gute Bedeckung eine allmälige Zunahme der Pulsschläge, und befördert ihr Verlust durch leichte Bedeckung anhaltende Abnahme. Ein regelmässiges Fallen des Pulses in den ersten 5 bis 10 Minuten ist stets die unmittelbare Wirkung des Bades, der fernere Zustand des Pulses hängt nicht vom Bade, sondern vom Verhalten des Badenden ab. Bei Sitzbädern von 10 bis 12° R. mit völliger Eigenwärme unmittelbar vor dem Bade und bei guter Bedeckung d. h. anschliessender Umgebung der nicht im Wasser befindlichen Theile mit den gewohnten Kleidern und Decken, verhält sich nach meinen langjährigen Beobachtungen der Puls folgendermaassen: in den ersten 5 Minuten nimmt er nicht allein an Zahl der Schläge ab, er wird auch träge, gespannt; in den folgenden 5 Minuten lässt die Abnahme allmälig nach, dagegen bleibt die Spannung, zuweilen setzt der eine oder der andere Schlag aus; gegen die zehnte, elfte Minute, oft sogar früher, verliert der Puls die Härte, die einzelnen Schläge kommen lebhafter, die Zahl vermehrt sich um einige, ohne noch die ursprüngliche Höhe wieder zu erreichen; von der dreizehnten, vierzehnten Minute an schreitet die völlige, freie Entwickelung des Pulses gewöhnlich rasch vor, so dass man einige Minuten nachher oft einen kräftigen, wellenförmigen, härtlichen Puls findet, dessen Schläge die ursprüngliche Zahl meistens wieder erreicht haben."

Johnson und Petri führen eine Zahl von Versuchen an, wodurch ihre Schlüsse gerechtfertigt werden sollen. Man kann diese im Allgemeinen gelten lassen, und nur das ist gegen Beide einzuwenden, dass sie ihre Schlussfolgerungen nicht auf ihre Versuchspersonen allein beziehen, sondern ihnen eine allgemeine Gültigkeit zu vindiciren suchen. Dies ist ein grosser Fehler. Es müssen bei den, dem steten Wechsel unterworfenen Erscheinungen noch viele Tausende von Beobachtungen

angewandten Sitzbäder darf nur mit Vorsicht aufgenommen werden. So viel ist aber gewiss, dass dieser Effect nur ein individueller ist, und z. B. bei Lehmann zutrifft, dagegen weder bei mir, noch auch bei Herrn Lampe.

Ueber das Verhalten des Pulses im Sitzbade haben unter Anderen Johnson, Petri, Lehmann, Lampe und ich Versuche angestellt, welche durchaus kein übereinstimmendes Resultat ergeben.

Was die Versuchsanstellung der drei zuerst genannten Herren anbetrifft, so haben sie nur ein einziges Mal vor dem Sitzbade den Puls gemessen, ein Verfahren, welches durchaus nicht zu billigen ist, da die Pulszahl nach den verschiedenen Zuständen des Körpers, Bewegung, Stehen, Sitzen, Liegen, u. s. w. sich sehr ändert. Im Sitzbade selbst hat man die Pulsschläge oft gezählt, und hätte man ein Gleiches auch vor dem Sitzbade thun sollen. Lehmann sagt a. a. O. „Damit ich den Einfluss, welcher, wie wir wissen, schon durch Entkleiden in kühlem Raume auf Puls und Athem geübt wird, nicht auf Rechnung des Bades stellte, entkleidete ich mich vorher, so, wie zum Sitzbade nöthig, setzte mich in dieselbe Position, wie im Sitzbade und zählte dann zuerst meinen Puls, nach einer die Secunden anzeigenden Uhr. Sass ich im Sitzbade, so zählte ich wieder, ebenso nach 5, nach 10, nach 14 Minuten."

Wenn also Lehmann erst in das Badehaus ging, sich bei dem Gehen und darauf beim Entkleiden bewegte, so musste die vor dem Bade gewonnene Pulszahl sehr hoch ausfallen, und konnte somit zu Vergleichen mit der beim ruhigen Sitzen im Bade erhaltenen nicht benutzt werden. Wie Johnson und Petri bei ihren Versuchen verfahren, ist von ihnen nicht angegeben, sie haben aber Beide den Puls vor dem Bade nur ein einziges Mal gezählt, und es ist zu vermuthen, dass sie ähnlich wie Lehmann dabei zu Werke gingen.

Johnson sagt in seinen „Untersuchungen über die Wirkungen des kalten Wassers auf den gesunden Körper, a. d. E. von Dr. G. W. Scharlau Stettin 1851, S. 179: „ein Sitzbad von 1/4 Stunde erzeugt stets eine Verminderung der Pulszahl."

Petri bekam schon andere Ergebnisse, die er in seiner „wissen-

schaftlichen Begründung der Wasserkur. Coblenz 1853." S. 174 folgendermassen ausdrückt: „Die Beobachtungen von Johnson dürfen nicht zu dem Schlusse verleiten, dass in einem halbstündigen Sitzbade ein stetiges Fallen des Pulses unter allen Umständen stattfinde. So wie bei dem kalten Tuche, so ist auch bei dem Sitzbade der Grad der Eigenwärme von entscheidendem Einflusse auf die Blutbewegung, und zwar bedingt das Anhalten derselben durch gute Bedeckung eine allmälige Zunahme der Pulsschläge, und befördert ihr Verlust durch leichte Bedeckung anhaltende Abnahme. Ein regelmässiges Fallen des Pulses in den ersten 5 bis 10 Minuten ist stets die unmittelbare Wirkung des Bades, der fernere Zustand des Pulses hängt nicht vom Bade, sondern vom Verhalten des Badenden ab. Bei Sitzbädern von 10 bis 12° R. mit völliger Eigenwärme unmittelbar vor dem Bade und bei guter Bedeckung d. h. anschliessender Umgebung der nicht im Wasser befindlichen Theile mit den gewohnten Kleidern und Decken, verhält sich nach meinen langjährigen Beobachtungen der Puls folgendermassen: in den ersten 5 Minuten nimmt er nicht allein an Zahl der Schläge ab, er wird auch träge, gespannt; in den folgenden 5 Minuten lässt die Abnahme allmälig nach, dagegen bleibt die Spannung, zuweilen setzt der eine oder der andere Schlag aus; gegen die zehnte, elfte Minute, oft sogar früher, verliert der Puls die Härte, die einzelnen Schläge kommen lebhafter, die Zahl vermehrt sich um einige, ohne noch die ursprüngliche Höhe wieder zu erreichen; von der dreizehnten, vierzehnten Minute an schreitet die völlige, freie Entwickelung des Pulses gewöhnlich rasch vor, so dass man einige Minuten nachher oft einen kräftigen, wellenförmigen, härtlichen Puls findet, dessen Schläge die ursprüngliche Zahl meistens wieder erreicht haben."

Johnson und Petri führen eine Zahl von Versuchen an, wodurch ihre Schlüsse gerechtfertigt werden sollen. Man kann diese im Allgemeinen gelten lassen, und nur das ist gegen Beide einzuwenden, dass sie ihre Schlussfolgerungen nicht auf ihre Versuchspersonen allein beziehen, sondern ihnen eine allgemeine Gültigkeit zu vindiciren suchen. Dies ist ein grosser Fehler. Es müssen bei den, dem steten Wechsel unterworfenen Erscheinungen noch viele Tausende von Beob-

Bei dieser Person stellt sich ein ganz anderes Resultat wie bei Lampe und mir heraus, und ich nehme keinen Anstand zu behaupten, dass das Sitzbad bei ihr die Zahl der Pulsschläge vermindert habe.

So viel steht aber nach dem Vorhergehenden fest, dass das kalte Sitzbad so verschieden auf den Puls der einzelnen Menschen einwirkt, dass es bis jetzt nicht möglich ist, darüber einen allgemeinen Ausdruck zu formuliren.

Therapeutische Schlussfolgerungen über die Anwendung der Sitzbäder bei Kranken aus irgend einer dieser Versuchsreihen zu ziehen, würde einen unverzeihlichen Leichtsinn bekunden, und unterbleibt deshalb hier.

Ueber die Erwärmung des Badewassers beim Sitzbade habe ich, wie aus Tabelle II hervorgeht, 10 Versuche angestellt. Wer sich die Mühe nehmen will, obige Tabelle nachzusehen, wird finden, dass 50 1/2 Zollpfund Wasser, in welchem ich 20 bis 40 Minuten gesessen hatte, um 2 bis 4,25° R. wärmer geworden waren.[1]) —

Andere Versuchspersonen erhielten andere Resultate, wie schon die Lehmann'schen Beobachtungen a. a. O. und folgende Tabelle zeigen.

---

[1]) Vom 10. October an war mein Zimmer, in welchem ich das Sitzbad nahm, etwas erwärmt, wärmer als die Temperatur des Wassers. Ein vergleichender Versuch ergab, dass bei 14° Zimmertemperatur das Badewasser in 1/2 Stunde um noch nicht 1/4° R. erwärmt wurde, eine Temperaturerhöhung, die ich ausser Acht gelassen habe, die aber von Jedem, der grössere Genauigkeit verlangt, mit in Rechnung gebracht werden kann.

## XII. Tabelle.

| Datum. 1858. Sept. | Temperatur des Badewassers vor dem Bade in Graden nach Réaum. | nach dem Bade in Graden nach Réaum. | Differenz. Zunahme. | Temperatur des Baderaumes nach Rmr. | Bezeichnung des Beobachters. | Dauer des Bades in Minuten. | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 13,5 | 15,0 | 1,5 | fehlt | Lampe | 21 | Die beiden Versuchspersonen Herr H. und Sch. litten beide an Lebervergrösserung, und nahmen zu gleicher Zeit in demselben Baderaum das Sitzbad. |
| 17 | 13,1 | 14,5 | 1,4 | „ | „ | „ | |
| 18 | 13,9 | 15,1 | 1,2 | „ | „ | „ | |
| 19 | 12,2 | 13,8 | 1,6 | „ | „ | „ | |
| Oct. | | | | | | | Ausser Fräulein R. nahm noch eine andere, ebenfalls wie Fräulein R. an nervöser Aufregung leidende-Dame, Fräulein B., zwischen dem 18. und 28. October 1858 Sitzbäder. |
| 18 | 10 | 12 | 2 | „ | Herr H. | 15 | |
| 19 | 10 | 12 | 2 | „ | „ | „ | |
| 20 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 21 | 10 | 12 | 2 | 10,5 | „ | „ | |
| 22 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 23 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 25 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 26 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 27 | 10 | 12 | 2 | 10,5 | „ | „ | |
| 28 | 9,5 | 12 | 2,5 | 10,5 | „ | „ | |
| 18 | 10 | 12 | 2 | fehlt | Hr. Sch. | 15 | |
| 19 | 10 | 12 | 2 | „ | „ | „ | |
| 20 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 21 | 10 | 12 | 2 | 10,5 | „ | „ | |
| 22 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 23 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 25 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 26 | 10 | 12 | 2 | 11 | „ | „ | |
| 27 | 10 | 12 | 2 | 10,5 | „ | „ | |
| 28 | 10 | 12 | 2 | 10,5 | „ | „ | |
| 18 | 10 | 11 | 1 | fehlt | Fräul. R. | 15 | |
| 19 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 20 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 21 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 22 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 23 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 25 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 26 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 27 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |
| 28 | 10 | 11 | 1 | „ | „ | „ | |

Da die Zimmer der Herren H. und Sch. in demselben Hause waren, in welchem die Damen R. und B. gleichzeitig in ihren Zimmern, die nicht geheizt waren, badeten, so darf man wohl annehmen, dass die Temperatur der Baderäume dieselbe war, wie die der Herren. Das Badewasser zeigte dieselbe Temperatur, und wurde von Fräulein B. ebenfalls nur um einen Grad erwärmt, wie bei Fräulein R. Das Badewasser betrug ungefähr 50 Zollpfund.

Da die Versuche von Fräulein B. mit denen des Fräulein R. vollständig übereinstimmten, so sind jene der Raumersparniss wegen ausgelassen worden.

Wir sehen bei der Vergleichung der Tabellen II, XI und XII dass ungefähr die gleiche Menge Wasser von verschiedenen Personen ungleich erwärmt wird. Dieser Satz wird noch mehr bewahrheitet, wenn wir die Beobachtungen anderer Schriftsteller hinzunehmen. Ich führe nur einige an. Die Versuchspersonen von Johnson erwärmten im Sitzbade 4 Gallonen Wasser von 43° Fahr. auf 50°, von 43° auf 50,75°, von 42,5° auf 50,5°, von 43° auf 51,3°, von 42° auf 50°, von 44° auf 52°, von 53° auf 59,5°, von 49,5° auf 54°, von 49,5° auf 55°, von 50° auf 55°, von 52° auf 58°, sämmtlich in 15 Minuten;

andere von 43,3° auf 53,3°, von 42,5° auf 53,25°, von 42° auf 54° in einer halben Stunde. Petri erhielt eine Wärmezunahme des Wassers in 15 Min. 0,5° R. in 15 Min. 1,5°, in 30 Minuten 0,75°, in 30 Minuten 1° R. Lehmann nimmt durchschnittlich 1,6° R. an, Scharlau sagt l. c. S. 62: „45 Pfd. Wasser nehmen durch ein Sitzbad von 15 Minuten eine um 1,6° höhere Temperatur an," und hat ohne Zweifel diese Angabe von Lehmann entlehnt.

Um zu erfahren, ob die Temperatur des Harns in der Blase durch das Sitzbad erniedrigt werde, hat Herr Lampe mit dem Herrn K. (s. Tab. XI) 5 Versuche angestellt. Er bestimmte mit einem feinen Thermometer nach Celsius, dessen Grade noch in 5 Theile getheilt sind, während des Lassens des Harns seine Temperatur, und zur Controle noch in folgender Weise. Es wurden 3 Bechergläser von dünnem Glase und verschiedener Grösse so ineinander gesetzt, dass je 2 durch eine Luftschicht von einander getrennt waren. Das grösste, in welchem also die beiden anderen standen, war oben mit einer verkitteten Korkplatte luftdicht verschlossen, in deren Mitte ein Korkstopfen, durch welchen das Thermometer hindurchging, möglichst genau passte. Das Thermometer ragte bis in die Mitte des innersten Glases. Die Gläser hatten die Temperatur des erwärmten Zimmers, nur das letzte Mal waren sie auf 27° C. erwärmt. — Dieser Apparat wurde in der Art gebraucht, dass das Thermometer mit dem Korke abgenommen, der Harn in das kleinste circa 145 C. C. Harn fassende Becherglas gelassen, und nach luftdichter Einsenkung des Thermometers nach 6 Minuten, nämlich dann abgelesen wurde, wenn das Thermometer den höchsten Stand erreicht hatte. Herr Lampe bestimmte die Temperatur des Harns 1) zu Zeiten an welchen kein Sitzbad genommen worden war, und 2) unmittelbar nach einem Sitzbade von 20 Minuten. Beide Bestimmungen wurden gemacht, wenn die Blase ziemlich gefüllt war, und lagen die entsprechenden Urinentleerungen und Temperaturbestimmungen 3 bis 4 Stunden auseinander. Herr Lampe machte 20 Einzelmessungen der Urintemperatur. Es stellte sich keine Verschiedenheit der Temperatur des Harns ausser und gleich nach dem Sitzbade heraus. — Da die Zahlen keinen Un-

terschied ergeben, so halte ich die Anführung derselben für überflüssig.

Endlich hat Herr Lampe an sich selbst und bei Herrn K. die Temperatur der Mundhöhle unter der Zunge kurz vor dem Bade, während desselben und nach demselben durch ebendasselbe feine Thermometer bestimmt und die Grade nach Celsius in folgender Tabelle zusammengestellt:

**XIII. Tabelle.**

| Versuchsperson. | Datum. 1858. September. | Vor dem Bade. | Im Bade nach 19 Minuten. | Im Bade nach 20 Minuten. | 2½ Stunde nach dem Bade. |
|---|---|---|---|---|---|
| Lampe: | 18 | 36,7° | 36,9° | | 37° |
| | 19 | 36,9° | 37° | | 37,2° |
| | October. | | | | |
| K.: | 24 | 37,15° | | 37° | |
| | 25 | 36,8° | | 37° | |
| | 27 | 37,1° | | 37° | |
| | 28 | 36,9° | | 36,9° | |
| | 30 | 37,2° | | 37,2° | |

Nachdem die vorstehende Arbeit einige Stunden vollendet war, ging mir heute, am 20. Decbr. 1858 das in Berlin unter dem 18. Decbr. erschienene Stück 101 der „allgemeinen medicinischen Central-Zeitung" zu, in welchem Herr Dr. L. Lehmann in Oeynhausen eine Replik: „zur Würdigung des physiologischen Einflusses der Sitzbäder" auf meinen in der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde am 10. Nov. 1858 gehaltenen, auszüglich in derselben Central-Zeitung, Stück 95 S. 757 mitgetheilten Vortrag über meine und Herrn Lampe's Sitzbadeversuche, hat abdrucken lassen. Die Kürze, mit welcher die Protokolle unserer niederrheinischen Gesellschaft mitgetheilt werden müssen, mag es hinreichend entschuldigen, dass ich mir Lehmann's Tadel zugezogen habe dafür, dass ich nicht angegeben, ob Herr Lampe bei seinen Sitzbadeversuchen auch den ganzen Morgen fastete, wie Herr Lehmann es that. Dass Lampe sich der Speisen enthielt, und kurz vor dem Sitzbade 606 C. C. Brunnenwasser

trank, ist in dieser Arbeit oben angegeben.[1]) Wenn Herr Lehmann dagegen protestirt, dass ich die Lampe'schen Versuche als Controle der seinigen aufstelle, so habe ich dagegen nichts einzuwenden. Der Leser, dem ich hier objectiv alle Lampe'schen Versuche vorgeführt habe, wird sich über die Bedeutung derselben, den Lehmann'schen gegenüber, und im Verein mit den meinigen, ein selbstständiges Urtheil zu bilden im Stande sein. Ich selbst bedaure nur sehr, dass allerlei äussere Umstände den Herrn Lampe verhinderten, seine Versuche zu vervielfältigen, und weiss sehr wohl, dass die Schlüsse aus ihnen nur mit grosser Vorsicht aufgenommen werden müssen, noch viel weniger aber dazu dienen können, die Lehmann'schen grösseren Versuchsreihen zu widerlegen. Wenn Lehmann sagt: „So lange Herr Böcker nicht, wie ich gethan habe, alle Temperaturen von 7 bis 30,5° R. und zwar fastend, wird durchprobirt haben, so lange wird seine Arbeit keine Gegenprobe auf die meinige sein können," so gebe ich ihm vollkommen Recht. Ich habe weder in dieser Arbeit, noch auch in dem Referat über meinen Vortrag am 10. Nov. irgend etwas der Art prätendirt, ich habe nur gesagt, dass ich bei meiner, und der Lampe'schen Versuchsanstellung, also unter den genau beschriebenen Bedingungen, andere Resultate erhalten, und nur Sitzbäder von 8 bis 10° R. (Herr Lampe von 12° bis 14° R.) also solche angewandt habe, welche Lehmann als „kalte" bezeichnet, und ihnen die Eingangs dieser Arbeit mitgetheilten Wirkungen zuschreibt. Ich für meinen Theil glaube allerdings, dass sich sowohl meine als Lampe's Versuche mit den Lehmann'schen vergleichen lassen, so weit sich diese auf Bäder von 7 bis 12° R. beziehen, und im ersten Theile seiner Arbeit mitgetheilt sind. Der anderen, im II. Bande 1. Hefte S. 1 etc. des Beneke'schen Archiv's von Lehmann veröffentlichten Versuche habe ich keine Erwähnung thun können, da ich mit den verschiedenen Temperaturen des Wassers keine Versuche angestellt habe. Wenn aber Lehmann glaubt, ich

---

[1]) Ich kann in dem Genuss von 606 c. c. Wasser vor dem Versuche keinen erheblichen störenden Einfluss auf die Resultate erkennen, da in allen Versuchen, auch in denen ohne Sitzbad die gleiche Menge Wasser getrunken wurde.

habe beabsichtigt, seine Versuche zu widerlegen, so ist er entschieden im Irrthum befangen. Ich greife seine Versuche nicht an, sondern untersuche bloss seine, stellenweise zu wenig befestigten Schlussfolgerungen. Er behauptet in seiner Replik: „In derselben eclatanten Weise, wie hier bei den Urinmengen beweisen die Zahlen in meinen Beobachtungen die Vermehrung der verschiedenen Harnbestandtheile, die Steigerung des Körpergewichtsverlustes, die Abnahme der Pulsfrequenz im Sitzbade u. s. w." Dass ich die stärkere Abnahme der Pulsfrequenz und des Körpergewichts bei seiner Person als wahrscheinlich anerkenne, habe ich oben auseinandergesetzt, übrigens aber gezeigt, dass ich seinen übrigen Schlussfolgerungen nicht beitreten kann. Auch die Gründe habe ich angegeben. Sie sind unwandelbaren mathematischen, von Radicke lichtvoll entwickelten Gesetzen entnommen. Will Lehmann diese nicht anerkennen, so muss er andere Gesetze der Wahrscheinlichkeit mathematisch begründen und die bestehenden widerlegen. So lange er das nicht thut, glaube ich im Rechte zu sein, selbst wenn Tausende von Aerzten, denen die Vorbildung abgeht, diese Gesetze erkennen und begreifen zu können, Lehmann's Schlussfolgerungen beistimmen. Wenn Lehmann weniger strenge Anforderungen an die Verwerthung der Zahlen stellt als ich, so kann ich nichts dagegen machen.

Ich betrachte die von Lampe und mir angestellten Versuche nur als eine Erweiterung der Lehmann'schen, aus welchen der Verfasser Schlussfolgerungen gezogen hat, denen ich an vielen Stellen meine Billigung versagen musste, und deren Remedur ich vorgenommen habe.

Wenn Herr Lehmann ferner sagt: „Böcker schliesst aus seinen Versuchen an zwei Personen, dass die Sitzbäder keinen Einfluss auf die Ausscheidungen des Körpers üben, und verfällt so in einen ärgern Irrthum als ich begangen hätte, wenn ich, wie er glaubte, auf die Allgemeingültigkeit meiner Versuche geschlossen hätte," so bemerke ich dagegen 1) dass ich nirgendwo gesagt habe, dass die Sitzbäder keinen Einfluss auf die Ausscheidungen des Körpers üben. Herr Lehmann zeiht mich da eines Irrthums, den er rein aus der Luft greift; ein nicht lobenswerthes Ver-

fahren! Ich habe bloss gesagt, dass die von Lampe und mir untersuchten Ausscheidungen bei uns sich nicht als eine Vermehrung beweisend gezeigt hätten, und weiss sehr gut, dass es noch mehrere Ausscheidungen: die der Haut, der Lungen, der Leber etc. giebt, welche ich nicht untersucht habe, und zu deren quantitativer Bestimmung unsere Untersuchungsmethoden nicht ausreichen. Ich habe a. a. O. S. 758 ausdrücklich gesagt: „Die Wirkung des Sitzbades im Allgemeinen als eine diuretische zu bezeichnen, ist jedenfalls unzulässig." Dass diese meine Behauptung, welche sich selbstverständlich nur auf kalte Sitzbäder von 7 bis 15° R. bezieht, durchaus begründet ist, wird jeder Leser zugeben müssen, und folgt auch aus Lehmann's Versuchen selbst. Um aber dem Leser der Centralzeitung gegenüber den Satz zu vertheidigen, dass seine Versuche die diuretische Wirkung der Sitzbäder beweisen, schreibt Lehmann unter die im Jahre 1853 in Rolandseck für 6 Stunden gewonnenen Zahlen diejenigen, welche er 2 Jahre später in einer 5stündigen Versuchszeit in Oeynhausen erhalten hatte. Zahlen, welche aus Versuchen erhalten sind, die in so weit auseinander gelegenen Zeiten und Orten erhalten wurden, mit einander zu vergleichen, würde ein vorsichtiger Forscher niemals wagen, und hat Lehmann den Lesern der Centralzeitung sorgfältig verschwiegen, dass er seine 5, 4 und 3stündigen Versuche nicht aus seinem Aufsatze über die Sitzbäder (Vogel, Nasse, Beneke's Archiv I. S. 521 und II. S. 1), sondern aus seiner Schrift: „Die Soolthermе zu Bad Oeynhausen, Göttingen 1856" entnommen hat. Ueberdies hat Lehmann, um nur eine recht lange Zahlenreihe zu erhalten, noch die Zahlen für die Urinmengen, welche er bekam, als er mit 25 bis 30°,5 warmen Sitzbädern experimentirte, zugefügt, obwohl er sah, dass sich meine und Lampe's Experimente nur auf die kalten Sitzbäder bezogen, und ich seine Versuche über die warmen Sitzbäder nirgendwo einer Kritik unterzogen habe.

2) Ich habe in meinem Referate in Nr. 95 der Centralzeitung nicht behauptet, dass Lehmann auf die Allgemeingültigkeit seiner Versuche geschlossen hätte. Ob ich ein Recht dazu gehabt hätte, Lehmann daraus einen Vorwurf zu machen, dass er die, an seiner Person ver-

meintlich gewonnenen Resultate zu sehr verallgemeinerte, möge der Leser entscheiden, wenn er zu den, Eingangs dieser Arbeit wörtlich citirten Lehmann'schen Behauptungen noch folgende hinzunimmt. *In* Beneke's Archiv Bd. II S. 16 heisst es: „Uebersieht man die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen, so ergeben sich leicht folgende Gesetze I) über die Wirksamkeit der Sitzbäder auf die Vermehrung des Stoffwechsels. 1) $^1/_4$stündige Sitzbäder von 15° R. haben eine Vermehrung des in einer gegebenen Zeit entstehenden Körpergewichtsverlustes zur Folge." Und S. 19: „Kehren wir zu den aus den beschriebenen Beobachtungen folgenden Gesetzen zurück. 4) Die Harnausscheidung nach kalten und warmen Sitzbädern ist bedeutend vermehrt. 5) Diese Vermehrung findet schon unmittelbar nach einem genommenen Bade, vorzüglich aber und in ausgesprochenster Grösse etwa eine Stunde nach einem Bade Statt. 7) Der nach solchen Sitzbädern entleerte Urin ist nicht allein dem Wassergehalte nach, sondern auch in seinen festen Bestandtheilen beträchtlich vermehrt. Namentlich aber sind Harnstoff, Harnsäure, feuerfeste Salze und das Chlor in vermehrter Menge ausgeschieden worden, etc. etc."

Und Seite 20: „Nach allen diesen Wahrnehmungen gehört sowohl das kalte, als auch das warme Sitzbad unter die eigentlichen Diuretica. Ja ich zweifle, ob ein *Infusum Herbae Digitalis* jemals in derselben energischen Weise, wie ein Sitzbad, und dieses zwar in solch' unmittelbarer Folge, die Urinausscheidung vermehren werde. Da nun ein kaltes Sitzbad auch gleichzeitig die Pulsfrequenz herunterstimmt und den Charakter des Pulses dem Normalen zu verändert, so ist dieses äussere Mittel auch nach dieser Richtung geeignet, die *Digitalis* zu vertreten. Auf diese Weise wird in vielen Fällen von Wassersucht das hier besprochene Mittel Heilung bringen, so dass man dann scherzhaft sagen könnte: Wasser vertreibt Wasser."

Lehmann spricht hier überall von Gesetzen, die er über das Sitzbad gefunden zu haben glaubt. Ein Gesetz ist der auf inductivem Wege gewonnene allgemeingültige Ausdruck für eine Reihe von feststehenden Thatsachen, die nicht bloss bei einem einzigen Individuum, sondern bei allen gleichartigen Individuen constant zutreffen. Ich kann

mir kein Gesetz denken, das nur für ein einziges Individuum, Lehmann, zutreffen könnte. Nach Seite 20 stellt Lehmann das kalte Sitzbad unter die *Diuretica*, und will durch dasselbe die *Digitalis* ersetzen und die Wassersucht heilen. Hieraus schliesse ich, dass Lehmann die Wirkung, welche er bei sich selbst erhalten hatte, auch bei Anderen annahm, und so seine Schlüsse ungebührlich verallgemeinerte. Er führt l. c. der Centralzeitung dafür, dass er sich diese Verallgemeinerung nicht habe zu Schulden kommen lassen, eine Stelle aus seiner Sitzbadearbeit l. c. II. S. 18 an, in welcher es heisst: „An dieser Stelle will ich die Bemerkung nicht unterlassen, dass die Eigenschaft des Wassers, durch seine niedrigere oder höhere Temperatur zu reizen, nach der grössern oder geringern Erregbarkeit der Nerven, namentlich auch nach der Gewöhnung, höher oder niedriger liegende Indifferenzgrenzen haben wird, so dass die hier festgestellten[1]) wahrscheinlich nicht allgemeine, sondern nur für mich geltende Richtigkeit beanspruchen, während Andere, welche meine Beobachtungen wiederholen werden, andere Grenzen abstecken dürften. Ich hege diese Vermuthung aus dem Umstande, dass die ersten Bäder von neutraler Temperatur zu einer Zeit genommen wurden, wo ich lange vorher nur kalt gebadet hatte. Ihre[2]) Einwirkung auf meine Körperausgaben war durchaus nicht sichtbar etc. Es wird aber für jede Individualität eigentlich indifferente Bäder geben."

Aus diesem Passus kann ich nur erkennen, dass Lehmann von dem ihm eigenthümlichen verschiedenen Verhalten der Temperaturgrade, nicht aber davon spricht, dass die von ihm über das kalte Sitzbad aufgestellten Gesetze als bloss bei ihm gültige angesehen werden sollten. Ich kenne kein, nur bei einem einzigen Menschen existirendes Gesetz! Herr Lehmann hätte dann auch 2 Seiten später sagen müssen: „Das kalte Sitzbad ist nur für mich ein *Diureticum*; nur bei

[1]) Doch wohl nur auf Indifferenzgrenzen bezüglichen.

[2]) Hier sind nur die Bäder von neutraler Temperatur, d. h. von 17 bis 24° R. gemeint, welche bei L. keine Aenderung der Ausscheidungen hervorbrachten. Seine Behauptungen über die, den Stoffwechsel vermehrende Wirkung der kalten Sitzbäder von 7 bis 15° R. sind durch diesen Satz nicht restringirt, und die, die Körperausgaben vermehrende Wirkung ist nicht als eine bloss individuelle bezeichnet.

mir wird es die *Digitalis* vertreten, und bei mir Wassersucht heilen.“ Dass nun bei mir der Indifferenzpunkt für die, die Körperausgaben vermehrende Wirkung des Sitzbades schon bei 8° R. anfangen sollte, wie es Herr Lehmann zu vermuthen scheint, da doch bei ihm die Indifferenzpunkte zwischen 17 und 24° R. liegen sollen, wäre doch sonderbar, würde aber, wenn es sich bestätigen sollte, beweisen, dass unsere Individualitäten sehr verschieden sich verhalten, und wir Beide aus unseren Versuchen keine allgemeinen, noch viel weniger aber therapeutische Schlussfolgerungen ziehen dürfen, immer vorausgesetzt, dass die Lehmann'schen Schlüsse den unwandelbaren allgemeingültigen Gesetzen der Mathematik gemäss richtig gewonnen worden wären.

Aber, ich wiederhole es nochmals: ich habe Herrn Lehmann nie einen Vorwurf darüber machen wollen, dass er das Resultat seiner schätzenswerthen Versuche über das Sitzbad in Form von Gesetzen ausgesprochen, und sie in solcher Fassung zu allgemein hingestellt hat. Ich habe aus seiner Replik mit Vergnügen ersehen, dass er seine Versuche als einzelne Beobachtungen anerkennt, die nur für seine Person geltende Resumé's erlauben, und nicht, wie es Scharlau schon gethan hat, bei allen Menschen, und so auch bei Kranken, als gültig anerkannt werden sollen.

Ich mache, um neue Missverständnisse zu verhüten, den Leser nochmals und dringend darauf aufmerksam, dass die aus meinen und Herrn Lampe's Versuchen gezogenen Resultate nur als individuelle, unsern Organismus betreffende, und nicht als solche angesehen werden sollen, die für alle Menschen, geschweige noch für Kranke, gültig und maassgebend seien. Daraus, dass wir Beide keine Vermehrung der Körperausgaben, von denen wir noch lange nicht alle untersuchen konnten, durch die Sitzbäder fanden, folgt nicht, dass bei uns eine Vermehrung in Wirklichkeit nicht stattgefunden habe, sondern nur, dass die Versuche nicht erkennen lassen, ob die hervorgetretenen Abweichungen in den Mittelzahlen von den Sitzbädern oder von anderen zufälligen Ursachen herrührten. Ferner folgt daraus nicht, dass nicht bei anderen Individuen die Sitzbäder wirken, resp. einen so starken Effect haben würden, dass sie die Störungen aus Nebenursachen hin-

reichend überwiegen, um das Verhältniss zwischen den Mittelzahlen und den Schwankungen unzweideutig zu machen. Ich behaupte, dass mit Ausnahme des vermehrten Körperverlustes bei Herrn Lehmann seine Schlüsse bis jetzt nicht ausser Zweifel gestellt worden sind. Auch die von Lehmann l. c. I. S. 535 und 536 angegebenen 3 Doppelversuche über die beim Sitzbade stündlich entleerten Harnmengen haben bei mir eine solche Ueberzeugung nicht hervorgerufen, namentlich da der 12. Versuch mit Sitzbad den 16. Versuch ohne dasselbe durch die fast gleichen Zahlen aufhebt, und nun noch 2 Doppelversuche übrig bleiben, welche durch ihre zu geringe Anzahl für mich Nichts beweisen, zumal sie der Zeit nach sehr weit auseinander liegen. Wenn aber Herr Lehmann es nicht verschmäht, zum Beweise seiner Behauptung Versuche, die er in Rolandseck gemacht hat, mit denen, die er in Rehme anstellte und circa 2 Jahre auseinanderliegen, zusammenzustellen, so wird er einen Zeitraum von einem Monate sicher als irrelevant ansehen. Auch dies würde beweisen, dass unsere Individualität, und unsere Anforderungen an wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit und Gewissheit sehr verschieden sind. Sollte man es aber als bewiesen annehmen wollen, dass kurz nach dem kalten Sitzbade mehr Urin, als ohne dasselbe ausgeschieden würde, so könnte man diese Erscheinung auf eine vollständigere Entleerung der Blase zurückführen. Ich habe oft beobachtet, dass Männer und Frauen, die kurz vor dem kalten Sitzbade vollständig, wie sie glaubten, urinirt hatten, sofort eine beträchtliche Menge Urin entleerten, so wie sie sich ins Sitzbad setzten. Aehnliches kommt auch beim Baden im Freien, nach dem Auskleiden vor. — Man darf doch nicht annehmen, dass sich urplötzlich in wenigen Minuten oder sogar Secunden 100 und mehr C. C. Urin in den Nieren bilden, die sofort entleert werden?! —

Zum Schlusse erlaube ich mir als Resultat der bisherigen Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Sitzbäder folgenden Satz auszusprechen:

„Eine constante, durch einen Mittelwerth annäherungsweise nach Graden richtig ausdrückbare Temperaturerhöhung einer bestimmten Menge 8 bis 15° R. warmen, zum

Sitzbade gebrauchten Wassers ist ebensowenig, als eine constante Verminderung der Pulsschläge oder Vermehrung der Körpergewichtsverluste, oder der Menge des Urins und dessen einzelner Bestandtheile durch ein 7 bis 15° R. warmes Sitzbad nachgewiesen."

Das vorliegende Beobachtungs- und Versuchs-Material über das 7° bis 15° R. warme Sitzbad reicht also nicht aus, um allgemeine Wirkungsgesetze desselben bei Gesunden oder bei Kranken aufstellen zu können. Wir sind noch weit davon entfernt, die heilende Wirkung des Sitzbades von obigen Temperaturen, welche wir so oft bei Kranken beobachten, physiologisch erklären zu können. Wir müssen uns vorläufig damit begnügen zu wissen, dass das Sitzbad wirkt, wie es wirkt, mag uns noch wohl lange verborgen bleiben. Ich beabsichtige, im nächsten Jahre meine Untersuchungen über dies wichtige Mittel fortzusetzen, und in grösserem Maassstabe auszuführen.

### B. Die Brause.

Ueber die Wirkung der kalten Brause auf die Körpergewichtsverluste, die Menge des Harns, des durch denselben ausgeschiedenen Harnstoffs und der Chlorverbindungen habe ich an mir selbst zwei nicht unansehnliche Versuchsreihen angestellt.

Die Versuche umfassen, wie bei den Sitzbädern eine dreistündige Versuchszeit. Die Lebensweise war dieselbe wie bei den Sitzbadeversuchen, nur dass ich in den ersten acht Versuchen statt 300 C. C. 600 C. C. Milch zum Frühstück trank. Gleich nach der Abwägung nahm ich die stärkste, 9° R. kalte Brause von etwa 45 bis 48 Fuss Fallhöhe 7 Minuten lang. Sie hat einen so starken Druck, dass anfangs das Gefühl eintritt, als würde die Haut mit Ruthen gepeitscht. Während ich die Brause nahm, bewegte ich mich hüpfend und springend sehr stark, so dass also eine 7 Minuten länger dauernde heftige Bewegung neben der andern Bewegung, die in allen Versuchen sich vollkommen gleich

blieb, zu den Brauseversuchen noch hinzukam. Schon während der Brause stellte sich ein recht behagliches Wärmegefühl ein, nach derselben war ich immer in hohem Grade erfrischt. In allen Versuchen liess ich wie bei den Sitzbadeversuchen, allen Harn erst am Schlusse des Versuchs, um einem etwaigen Einwurfe vorzubeugen, als sei durch die ungleichen Entleerungen der Blase mehr oder weniger Harn wieder resorbirt worden.

Zur Zeit der Versuchsanstellung war ich ganz gesund, glaube aber, dass ich einen grossen Theil meines Wohlseins gerade der Brause zuzuschreiben habe. Im December 1857 nämlich litt ich 3 Wochen lang an der Grippe. Noch nicht wieder hergestellt, erfuhr ich viele, mich gemüthlich aufregende Unannehmlichkeiten, die bis in den März hineindauerten. Dabei unterzog ich mich vielen körperlichen und geistigen Anstrengungen, und arbeitete viel in den Osterferien 1858 bis tief in die Nacht hinein. Es stellte sich meine frühere Schlaflosigkeit wieder ein, so dass ich Nächte hindurch zwar studiren, aber nicht schlafen konnte. Mein Gedächtniss litt sehr, und ich bekam vom Febr. 1858 an einen immer dauernden, heftigen, spannenden, drückenden Kopfschmerz in der Tiefe des Vorderkopfes und ähnliche Schmerzen im Verlaufe der ganzen Pfeilnaht, welche beim Anfühlen heftig brannte, und so empfindlich schmerzte, dass ich mich nur unter den grössten Schmerzen kämmen, ja nicht einmal das Haar bürsten konnte. Der Appetit verminderte sich auffallend, ich sah elend aus, wurde mager und kraftlos, und machte mich mein Zustand sehr besorgt. Nachdem ich die Leitung der Wasser-Heilanstalt in Rolandseck am 1. Mai 1858 übernommen, nahm ich täglich, vom ersten Mai bis Ende Juni eine Brause von 5 bis 6 Minuten, und schon nach 4 Wochen war alles Krankhafte der Art verschwunden, dass ich seit mehreren Jahren ein so vollständiges Wohlsein nicht gekannt habe. Auch jetzt dauert dasselbe fort. Von Juli an bis September nahm ich nur von Zeit zu Zeit eine kalte Brause.

## XIV. Tabelle. Ueber die Versuche mit Brause.

| Zahl der Versuche. | Versuchstag. 1858. | Körpergewicht im Anfange des Versuchs in Zoll- Pfund. | Loth. | am Ende des Versuchs in Zoll- Pfund. | Loth. | Körpergewichts-Verlust in Loth. | Harnmenge in 3 Stunden in C. C. | Harnstoff in 1000 Theilen. | Kochsalz. in 1000 Theilen. | Harnstoff in 3 Stunden in Gramm. | Kochsalz in 3 Stunden in Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sept. | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 159 | 14 | 158 | 26 | 18 | 278 | 17,3 | 11,8 | 4,8 | 3,3 |
| 2 | 4 | 161 | 5 | 159 | 28,5 | 36,5 | 523 | 12,9 | 9,4 | 6,7 | 4,9 |
| 3 | 8 | 160 | 24 | 160 | 2 | 22 | 317 | 14,5 | 9,9 | 4,6 | 3,1 |
| 4 | 9 | 161 | 26 | 160 | 28 | 28 | 386 | 16,0 | 13,0 | 6,2 | 5,0 |
| 5 | 13 | 160 | 14 | 159 | 26 | 18 | 460 | 15,4 | 7,8 | 7,1 | 3,6 |
| 6 | 14 | 161 | 26 | 160 | 25,5 | 30,5 | 600 | 10,6 | 6,4 | 6,4 | 3,8 |
| 7 | 15 | 161 | 5 | 160 | 17 | 18 | 280 | 20,0 | 12,0 | 5,6 | 3,4 |
| 8 | 16 | 161 | 18,5 | 160 | 12,5 | 36 | 550 | 12,6 | 8,8 | 6,9 | 4,8 |
| 9 | 17 | 162 | 0,5 | 161 | 0,5 | 30 | 500 | 13,0 | 9,5 | 6,5 | 4,8 |
| 10 | 18 | 161 | 6,5 | 160 | 18 | 18,5 | 350 | 18,3 | 7,4 | 6,4 | 2,6 |
| 11 | 19 | 161 | 17 | 160 | 18,5 | 28,5 | 545 | 14,0 | 7,2 | 7,6 | 3,9 |
| 12 | 20 | 162 | 21 | 161 | 27 | 24 | 363 | 19,0 | 11,1 | 6,9 | 4,0 |
| 13 | 21 | 160 | 21 | 160 | 4,5 | 16,5 | 525 | 13,3 | 6,6 | 7,0 | 3,5 |
| 14 | 22 | 162 | 9,5 | 161 | 12,5 | 27 | 400 | 14,7 | 9,5 | 5,9 | 3,8 |
| 15 | 23 | 161 | 14 | 160 | 26,5 | 17,5 | 485 | 15,0 | 10,4 | 7,3 | 5,0 |
| 16 | 24 | 161 | 20 | 160 | 20 | 30 | 545 | 16,2 | 10,9 | 8,8 | 5,9 |
| Mittel aus den 4 ersten Versuchen: | | | | | | 26,1 | 376 | | | 5,6 | 4,1 |
| „ „ allen Versuchen: | | | | | | 25 | 444 | | | 6,5 | 4,1 |
| „ „ den letzten 12 Versuchen: | | | | | | 24,5 | 467 | | | 6,9 | 4,1 |

## XV. Tabelle. Ueber den Normalzustand.

| Zahl der Versuche. | Versuchstag. 1858. | Körpergewicht am Anfange des Versuchs in Zoll- Pfund. | Loth. | Schlusse Pfund. | Loth. | Körpergewichts-Verlust in Loth. | Harnmenge von 3 Stunden in C. C. | Harnstoff in 1000 Theilen. | Kochsalz. in 1000 Theilen. | Harnstoff von 3 Stunden in Gramm. | Kochsalz in Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sept. | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 159 | 10,5 | 158 | 29 | 11,5 | 317 | 16,6 | 9,1 | 5,3 | 2,7 |
| 2 | 3 | 160 | 5 | 159 | 11 | 24 | 447 | 12,9 | 7,3 | 6,1 | 3,3 |
| 3 | 6 | 160 | 2 | 159 | 13 | 19 | 234 | 21,8 | 12,2 | 5,1 | 2,8 |
| 4 | 7 | 161 | 8 | 160 | 9,5 | 28,5 | 436 | 12,3 | 7,3 | 5,3 | 3,2 |
| 5 | 11 | 161 | 17 | 161 | 5 | 12 | 251 | 21,2 | 14,8 | 5,3 | 3,7 |
| 6 | 12 | 161 | 14 | 160 | 29 | 15 | 240 | 20,5 | 11,1 | 4,9 | 2,7 |
| Mittel aus den ersten 4 Versuchen: | | | | | | 21 | 359 | | | 5,5 | 3,0 |
| „ „ allen 16 Versuchen: | | | | | | 25 | 446 | | | 5,7 | 3,4 |
| „ „ den letzten 12 Versuchen: | | | | | | 26 | 476 | | | 5,8 | 3,5 |

In den vier ersten Versuchen der beiden letzten Tabellen nahm ich zum Frühstück und kurz vor dem Beginn des Versuchs 300 C. C. Milch mehr, als an den übrigen Versuchstagen. Da ich also mehr Flüssigkeit und die in 300 C. C. Milch mehr enthaltenen festen Stoffe, stickstoffhaltige Substanzen und Salze, eingeführt hatte, so hätte man erwarten dürfen, dass ich in diesen 8 Versuchen mehr Harn, mehr Harnstoff und Kochsalz ausgeschieden und mehr an Körpergewicht eingebüsst haben würde; allein ein solches Resultat trat zu meiner Verwunderung nicht ein. Die Zahlen machen es vielmehr sehr unwahrscheinlich, dass der Mehrgenuss von 300 C. C. Milch in den ersten nachfolgenden $3^1/_2$ Stunden auf meine Körperausgaben, soweit diese letzteren untersucht wurden, eingewirkt habe.

Die Tabelle XV. enthält nur 6 Normalversuche. Die oben bei den Sitzbädern in Tabelle I. aufgeführten 10 Versuche wurden genau unter denselben Bedingungen wie die letzten 10 Brauseversuche ausgeführt, müssen also zur Ergänzung der Tabelle XV. mit in Rechnung gezogen werden. Ich habe deshalb die aus allen 16 und den letzten 12 Versuchen sich ergebenden Mittel der Tabelle XV. hinzugefügt.

Die von mir ausgeführten Versuche über die Wirkung der Brause ergeben, wie die sehr geringfügigen Mittelunterschiede in der Tabelle zeigen, Folgendes:

„Es ist unwahrscheinlich, dass die von mir 7 Minuten lang gebrauchte starke Brause innerhalb 3 Stunden die Gesammtkörperverluste, die Menge des Harns, des Harnstoffs und des Kochsalzes verändert habe."

Es folgt hieraus keineswegs, dass der Brause eine solche Wirkung überhaupt nicht zugeschrieben werden könne, wenn jene unter anderen Bedingungen angewandt worden wäre, wenn andere Individuen sich dem Versuche unterzogen hätten. Ich vermag nur über meine eigne Person zu verfügen. Ich habe bei meinen Versuchen eine Lebensweise geführt, wie sie in meiner Anstalt und in den Kaltwasserheilanstalten überhaupt geführt wird. Da es nun von wissenschaftlichem Interesse ist, zu wissen, ob wir den etwa veränderten Ausscheidungen, oder, wie Andere zu sagen belieben, dem alterirten Stoffwechsel die

therapeutischen und oft beobachteten Wirkungen der Brause zuschreiben dürften, so musste ich unter solchen Bedingungen, wie sie sich in den Wasserheilanstalten vorfinden, arbeiten. Die therapeutischen Wirkungen der Brause bei Kranken lassen sich durch meine, am gesunden Körper angestellten Versuche nicht in solcher Weise erklären, dass durch die Brause die Ausscheidungen des Harns, des Harnstoffs, der Chlorverbindungen oder die Gesammtkörperverluste verändert würden. Es ist mir auch nicht wahrscheinlich, dass eine, diese Ausscheidungen verändernde Wirkung hervorgetreten sein würde, wenn ich die Versuche noch länger fortgesetzt, oder die Zeit des Versuchs länger, etwa auf 6 bis 24 Stunden ausgedehnt hätte. Wenn eine Zahl von 16 Doppelversuchen einen sich beinahe gleichbleibenden Mittelwerth ergab, so würde eine dreifach grössere, noch so günstig ausgefallene, Versuchsreihe keine entschiedene Vermehrung oder Verminderung ergeben haben. Eine längere Versuchsdauer würde meines Erachtens auch zu keinem andern Resultate geführt haben und zwar aus folgenden Gründen: Die oben angeführten Versuche von mir und Herrn Lampe ergaben ein gleichlautendes Resultat, obwohl ich eine nur dreistündige, Herr Lampe aber eine sechsstündige, resp. vierundzwanzigstündige Versuchszeit gewählt hatte. Auch die sechsstündigen Versuche von Lehmann stimmen, nachdem seine gewonnenen Zahlen statistisch richtig verwerthet, d. h. den mathematischen Gesetzen entsprechend gedeutet wurden, mit meinen dreistündigen in der Hauptsache in den meisten Punkten überein. Hieraus ist mir wahrscheinlich, dass auch bei mir eine sechs- bis vierundzwanzigstündige Versuchszeit andere Ergebnisse nicht zu Tage gefördert haben würde. Ein vierundzwanzigstündiger Versuch würde auch ohne Aufnahme von Nahrungsmitteln, welche erwiesener Maassen die Ausscheidungen sehr beeinflussen, nicht möglich gewesen sein. Eine fortgesetzte Nahrungsentziehung aber wirkt, wie aus meinen Versuchen über die Wirkung des innern Gebrauches des Wassers [1]) hervorgeht, so ungleich auf den

[1]) S. meine „Untersuchungen über die Wirkung des Wassers“ in den Verhandlungen der k. k. Leopold.-Carol.-Akademie der Naturforscher, Band XXIV. Theil I. 1854.

Ausscheidungsprocess, dass ihre, nach dem jetzigen Zustande der Wissenschaft unberechenbaren Effecte die etwaigen der Brause höchst wahrscheinlich unkenntlich gemacht haben würden. Wer aber glaubt durch sorgfältige Abwägung aller Speisen und Getränke und Gleichstellung aller in beiden Versuchsreihen die Schwierigkeiten beseitigen zu können, der mag durch Anstellung solcher Versuche, wie ich sie in meiner oben citirten Wasserarbeit gemacht habe, sich selbst über die unendlichen Schwierigkeiten, welche ein reines Resultat dennoch unmöglich machen, genauer unterrichten. Hat doch auch Kaupp[2]) durch seine mühevollen Versuche über die stets und lange dauernd ausgeführte Gleichstellung aller Nahrung gezeigt, dass es uns nicht gelingen wird, hierdurch alle Störungen zu entfernen.

Bedenken wir ferner, dass Gesunde und Kranke in den ersten 2 bis 3 Stunden nach der Brause eine angenehme Erfrischung, eine behagliche Leichtigkeit in fast allen Körperverrichtungen, namentlich im Muskelsystem, eine allgemeine Munterkeit und Kühlung verspüren, welche nach 2 bis 3 Stunden wieder schwinden, oder doch bedeutend nachlassen, so will mir scheinen, dass, wenn eine Veränderung in den Ausscheidungen die Wirkung der Brause bedingte, jene auch in den ersten 2 bis 3 Stunden nach Anwendung dieses Mittels hervortreten, ja am auffallendsten sein müsste.

Möge sich indessen Niemand durch meine Bemerkungen und Bedenken abhalten lassen, die Versuche mit der Brause in der verschiedensten Weise abzuändern! Meine Versuche sind doch nur als schwache Anfänge zu betrachten, die ich im nächsten Jahre weiter fortzuführen gedenke.

### C. Die Einwickelung in nasse Laken mit nachfolgender nasser Abreibung.

Ueber die Wirkung der nassen Einwickelung mit später folgender nasser Abreibung stellte Herr Lampe in Rolandseck zwei mühevolle

---

[2]) S. Kaupp's Versuche über die Wirkung des Kochsalzes in Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde, Jahrgang 1855.

Versuchsreihen an. Er regulirte seine Lebensweise auf das Sorgfältigste. Morgens vor 5 1/2 Uhr stand er auf, trank 500 Cubikcentimeter Brunnenwasser, urinirte, wog sich um 5 1/2 Uhr auf einer sehr genauen Körperwaage ab und liess sich gleich nachher von einem Badewärter in ein nasses Laken einwickeln. Dies geschah in folgender Weise. Ein grosses leinenes Betttuch wurde in 10° R. warmes Wasser getaucht und mässig ausgerungen über das Bett ausgebreitet, auf welchem eine wollene Decke lag. Nackt ausgekleidet, legte sich Herr Lampe auf das nasse, kalte Laken, und wurde von dem Badewärter nach den Regeln der Kunst in dieses und die wollene Decke fest eingewickelt. Dann wurden noch von den Füssen bis an den Hals Plümeaux übergesteckt, und verblieb Herr Lampe in dieser Einwickelung an den ersten beiden Tagen 2, später 2 1/2 Stunden.

Nach wenigen Minuten wurde er schon warm, und schien gegen Ende der Einwickelung eine gelinde Ausdünstung sich einzustellen. Nach 2 bis 2 1/2 Stunden wurde die Versuchsperson ausgewickelt und ihr mit einem nassen kalten Laken der ganze Körper abgerieben. Darauf stellte sie einen, sich in allen Versuchen gleich bleibenden Spaziergang an, und brachte den Morgen meist auf der Stube mit Studiren und chemischen Analysen zu. Um 11 1/2 Uhr wurde urinirt und gleich darauf das Körpergewicht bestimmt. In der Zeit von Morgens 5 1/2 Uhr bis 11 1/2 Uhr, also von der ersten Körpergewichtsbestimmung bis zur zweiten nahm Herr Lampe weder Speise noch Trank zu sich, ass dann um 1 Uhr am Kurtische zu Mittag und Abends nach 7 Uhr saure Milch nebst Brod.

Um 10 Uhr ging er zu Bett.

Die Menge des von Mittags 1 Uhr bis zum Schlafengehen getrunkenen Wassers wurde gläserweise bestimmt, und war in allen Versuchen gleich. Die im Durchschnitt aus 12 Doppelversuchen fast gleiche Menge Urin beweist, dass Herr Lampe die Menge des Getränks genau regulirte.

Der von Morgens 5 1/2 bis 11 1/2 Uhr in einem luftdicht, mit eingeriebenem Glasstöpsel verschlossenen Glase gesammelte Urin A wurde getrennt von dem in gleicher Weise von 11 1/2 Uhr Vormittags bis zum

andern Morgen 5½ Uhr gesammelten Harn B analysirt. Das Chlor wurde nach Liebig durch Titriren, der Harnstoff nach Ausfällung des Chlors, ebenfalls nach Liebig, die Schwefelsäure, der Kalk und die an Alkalien gebundene Phosphorsäure wurden durch Wägung nach denjenigen Methoden bestimmt, welche ich in meinem „Lehrbuch der praktischen medicinischen Chemie für praktische Aerzte und Studirende der Medicin, Weimar, 1855" Seite 47 A. S. 56 A 2, und S. 87 a ausführlich beschrieben habe. Auch die Nachmittags abgehende Stuhlentleerung wurde vom achten bis zum vierundzwanzigsten Versuchstage gewogen. Zur Morgenszeit gingen keine *Fäces* ab.

Das Befinden des Herrn Lampe während der ganzen Versuchszeit vom 14. August bis zum 7. September 1858 war vorzüglich. Vom 14. bis zum 25. August stellte er die Normalversuche ohne Einwickelungen an, wobei also nur diese wegfielen, die ganze übrige Lebensweise und Versuchsmethoden aber genau dieselben blieben. Die in Rolandseck geführte Lebensweise war von der, welche Herr Lampe zu Hause führte, dadurch verschieden, dass er hier Morgens zu frühstücken pflegte. Diesem Umstande mag es auch wohl zugeschrieben werden, dass, wie Tabelle XVI. zeigt, in den ersten Tagen eine etwas ungewöhnliche Abnahme des Körpergewichts erfolgte. In den unten mitgetheilten Tabellen sind die Versuche ohne Einwickelungen mit „erste Reihe", die mit Einwickelungen dagegen mit „zweite Reihe" überschrieben.

## XVI. Tabelle. Körper-Gewicht.

Erste Reihe. (Norm.)

| Tag der Reihe. | Datum. 1858. | Gewicht I.[1] Kilo- | grm. | Gewicht II.[2] Kilo- | grm. | I—II. grm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | August | | | | | |
| 1 | 14 | 87 | 933 | 87 | 242 | 708 |
| 2 | 15 | 87 | 733 | 87 | 0 | 733 |
| 3 | 16 | 87 | 383 | 86 | 367 | 1016 |
| 4 | 17 | 86 | 583 | 85 | 983 | 600 |
| 5 | 18 | 86 | 383 | 85 | 433 | 950 |
| 6 | 19 | 86 | 83 | 85 | 417 | 666 |
| 7 | 20 | 86 | 533 | 85 | 633 | 900 |
| 8 | 21 | 86 | 83 | 85 | 433 | 650 |
| 9 | 22 | 85 | 833 | 84 | 983 | 850 |
| 10 | 23 | 85 | 633 | 84 | 833 | 800 |
| 11 | 24 | 85 | 983 | 85 | 158 | 825 |
| 12 | 25 | 85 | 683 | 84 | 908 | 775 |
| | Mittel: | | | | | 789 |
| | Mittlere Schwankung: | | | | | 120,7 |

Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | Datum. 1858. | Gewicht I. Kilo- | grm. | Gewicht II. Kilo- | grm. | I—II. grm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aug. | | | | | |
| 1 | 26 | 85 | 658 | 84 | 983 | 675 |
| 2 | 27 | 85 | 858 | 84 | 833 | 1025 |
| 3 | 28 | 85 | 983 | 84 | 808 | 1175 |
| 4 | 29 | 85 | 833 | 84 | 808 | 1025 |
| 5 | 30 | 86 | 258 | 85 | 133 | 1125 |
| 6 | 31 | 85 | 783 | 84 | 658 | 1125 |
| 7 | Sept. 1 | 85 | 333 | 84 | 258 | 1075 |
| 8 | 2 | 85 | 383 | 84 | 75 | 1308 |
| 9 | 3 | 85 | 108 | 84 | 33 | 1075 |
| 10 | 4 | 85 | 442 | 83 | 733 | 1708 |
| 11 | 5 | 85 | 183 | 84 | 133 | 1050 |
| 12 | 6 | 85 | 50 | 83 | 733 | 1317 |
| | Mittel: | | | | | 1141 |
| | Mittlere Schwankung: | | | | | 231,5 |

[1]) $5\frac{1}{2}$ Uhr. [2]) $11\frac{1}{2}$ Uhr.

## XVII. Tabelle. Gewicht der Fäces.

| Erste Reihe. Tag der Reihe. | Gramm. | Zweite Reihe. Tag der Reihe. | Gramm. |
|---|---|---|---|
| 1 | fehlt. | 1 | 188 |
| 2 | — | 2 | 293 |
| 3 | — | 3 | 245 |
| 4 | — | 4 | 195 |
| 5 | — | 5 | 172 |
| 6 | — | 6 | 138 |
| 7 | — | 7 | 208 |
| 8 | 194 | 8 | 277 |
| 9 | 217 | 9 | 122 |
| 10 | 138 | 10 | 183 |
| 11 | 165 | 11 | 138 |
| 12 | 300 | 12 | 225 |

## XVIII. Tabelle. Menge des Harns.

Erste Reihe. Zweite Reihe.

**Anmerkung.** Der Harn war in allen Versuchen gleichmässig sauer und von normalem Aussehen.

| Tag der Reihe. | Datum. 1858. | A.[1] | B.[2] | A+B. | Tag der Reihe. | Datum. 1858. | A.[1] Ccm. | B. Ccm. | A+B. Ccm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | August | | | | | August | | | |
| 1 | 14 | 181 | 971 | 1152 | 1 | 26 | 658 | 1783 | 2441 |
| 2 | 15 | 216 | 1885 | 2101 | 2 | 27 | 513 | 1676 | 2189 |
| 3 | 16 | 696 | 1517 | 2213 | 3 | 28 | 718 | 2109 | 2827 |
| 4 | 17 | 265 | 1593 | 1858 | 4 | 29 | 637 | 1426 | 2063 |
| 5 | 18 | 236 | 891 | 1127 | 5 | 30 | 743 | 2209 | 2952 |
| 6 | 19 | 163 | 758 | 921 | 6 | 31 | 706 | 1225 | 1931 |
| | | | | | | Septbr. | | | |
| 7 | 20 | 540 | 2587 | 3127 | 7 | 1 | 608 | 899 | 1507 |
| 8 | 21 | 383 | 2059 | 2442 | 8 | 2 | 756 | 854 | 1610 |
| 9 | 22 | 506 | 1611 | 2117 | 9 | 3 | 680 | 2046 | 2726 |
| 10 | 23 | 602 | 1396 | 1998 | 10 | 4 | 429 | 1005 | 1434 |
| 11 | 24 | 380 | 2028 | 2408 | 11 | 5 | 539 | 1053 | 1592 |
| 12 | 25 | 453 | 2063 | 2516 | 12 | 6 | 605 | 1281 | 1886 |
| Mittel: | | 385 | 1613 | 1998 | Mittel: | | 633 | 1464 | 2097 |

[1]) A = Harn von $5^1/_2$ Morgens bis $11^1/_2$ Uhr.
[2]) B = Harn von $11^1/_2$ Uhr bis $5^1/_2$ Uhr.

[1]) Der Drang zum Harnen war beim Verlassen der Decken jedesmal ziemlich stark, steigerte sich während der Abreibung und der Harn A dieser Reihe wurde immer wenigstens zu $^5/_6$, wenn nicht zu $^7/_8$ unmittelbar darnach gelassen.

## XIX. Tabelle. Harnstoff.

Erste Reihe. Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A.[1] | | B.[2] | | A+B. | | Tag der Reihe. | A. | | B. | | A+B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. | ‰ | Betrag grm. |
| 1 | 43,3 | 6,6 | 37,7 | 36,6 | 36,6 | 42,2 | 1 | 12,5 | 8,2 | 19,5 | 34,8 | 17,6 | 43,0 |
| 2 | 42,3 | 9,1 | 22,7 | 42,8 | 24,7 | 51,9 | 2 | 15,7 | 8,0 | 21,4 | 35,9 | 20,1 | 43,9 |
| 3 | 19,9 | 13,8 | 22,6 | 34,3 | 21,7 | 48,1 | 3 | 13,2 | 9,5 | 18,3 | 37,6 | 16,6 | 47,1 |
| 4 | 31,2 | 8,3 | 24,3 | 38,7 | 25,3 | 47,0 | 4 | 12,9 | 7,8 | 24,0 | 34,2 | 20,4 | 42,0 |
| 5 | 36,2 | 8,5 | 42,3 | 37,7 | 41,0 | 46,2 | 5 | 10,9 | 9,7 | 17,6 | 38,9 | 16,4 | 48,6 |
| 6 | 49,6 | 8,1 | 41,7 | 31,6 | 43,1 | 39,7 | 6 | 13,2 | 9,2 | 27,3 | 33,4 | 22,1 | 42,6 |
| 7 | 23,4 | 12,6 | 15,1 | 39,1 | 16,5 | 51,7 | 7 | 15,8 | 9,6 | 37,5 | 33,7 | 28,7 | 43,3 |
| 8 | 21,7 | 8,2 | 18,8 | 38,7 | 19,2 | 46,9 | 8 | 15,2 | 11,5 | 38,3 | 32,7 | 27,5 | 44,2 |
| 9 | 19,5 | 9,9 | 22,6 | 36,4 | 20,9 | 46,3 | 9 | 15,0 | 10,2 | 21,3 | 43,6 | 20,0 | 53,8 |
| 10 | 15,4 | 9,3 | 24,8 | 34,6 | 22,0 | 43,9 | 10 | 19,8 | 8,7 | 36,0 | 36,2 | 31,3 | 44,9 |
| 11 | 27,1 | 10,3 | 20,2 | 41,0 | 21,3 | 51,3 | 11 | 18,3 | 9,9 | 33,3 | 35,0 | 28,2 | 44,9 |
| 12 | 21,9 | 9,9 | 19,9 | 41,0 | 20,2 | 50,9 | 12 | 16,6 | 10,0 | 27,9 | 35,7 | 24,2 | 45,7 |
| Mittel: | | 9 5 | | 37,7 | | 46,2 | Mittel: | | 8,9 | | 36,0 | | 44,9 |

[1]) Im Harn A. [2]) Im Harn B.

## XX. Tabelle. Chlor-Natrium.

### Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. |
| 1 | 23,1 | 4,2 | 12,8 | 12,4 | 14,4 | 16,6 |
| 2 | 18,3 | 3,9 | 15,0 | 28,3 | 15,3 | 32,2 |
| 3 | 13,3 | 7,2 | 14,4 | 21,8 | 15,8 | 35,0 |
| 4 | 13,7 | 3,6 | 13,3 | 31,2 | 18,7 | 34,8 |
| 5 | 16,5 | 3,9 | 20,2 | 18,0 | 19,4 | 21,9 |
| 6 | 19,8 | 3,2 | 21,9 | 16,5 | 19,7 | 21,4 |
| 7 | 15,2 | 8,2 | 9,8 | 25,3 | 10,7 | 33,5 |
| 8 | 13,7 | 5,2 | 13,5 | 27,8 | 13,1 | 33,0 |
| 9 | 13,1 | 6,6 | 14,6 | 23,5 | 14,2 | 30,1 |
| 10 | 6,9 | 3,1 | 15,2 | 21,4 | 12,3 | 24,5 |
| 11 | 13,3 | 4,9 | 13,1 | 26,5 | 13,0 | 31,4 |
| 12 | 14,8 | 6,7 | 10,2 | 21,0 | 11,0 | 27,7 |
| Mittel: | | 5,1 | | 22,8 | | |
| Mittlere Schwankg.: | | 1,65 | | | | |
| Fehlersumme.: | | 2,70 | | | | |

### Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. |
| 1 | 5,8 | 3,8 | 10,0 | 17,8 | 8,8 | 21,6 |
| 2 | 8,8 | 4,5 | 11,0 | 18,4 | 10,5 | 22,9 |
| 3 | 7,6 | 5,5 | 9,2 | 19,4 | 8,8 | 24,9 |
| 4 | 5,3 | 3,4 | 13,0 | 18,5 | 10,6 | 21,9 |
| 5 | 7,0 | 5,2 | 10,8 | 23,9 | 9,9 | 29,1 |
| 6 | 8,1 | 5,7 | 20,2 | 24,7 | 15,7 | 30,4 |
| 7 | 7,8 | 4,7 | 18,8 | 16,9 | 14,3 | 21,6 |
| 8 | 7,0 | 5,3 | 18,4 | 15,7 | 12,4 | 20,8 |
| 9 | 6,2 | 4,1 | 14,1 | 25,0 | 10,7 | 29,1 |
| 10 | 5,0 | 2,1 | 12,6 | 12,7 | 10,3 | 14,8 |
| 11 | 6,9 | 3,7 | 20,7 | 21,8 | 16,0 | 25,5 |
| 12 | 6,6 | 4,0 | 11,2 | 14,3 | 9,7 | 18,3 |
| Mittel: | | 4,3 | | 19,9 | | |
| Mittlere Schwankg.: | | 1,05 | | | | |
| Mittelunterschied: | | 0,8 | | | | |

## XXI. Tabelle. Schwefelsäure.

### Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B |
|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. | Betrag grm. |
| 1 | 2,22 | 0,40 | 2,26 | 2,20 | 2,60 |
| 2 | 1,55 | 0,34 | 1,22 | 2,31 | 2,65 |
| 3 | 0,62 | 0,35 | 1,42 | 2,16 | 2,51 |
| 4 | 1,42 | 0,38 | 1,38 | 2,20 | 2,58 |
| 5 | 1,65 | 0,39 | 3,26 | 2,90 | 3,29 |
| 6 | 2,43 | 0,40 | 2,54 | 1,92 | 2,32 |
| 7 | 0,73 | 0,40 | 0,80 | 2,08 | 2,48 |
| 8 | 1,02 | 0,39 | 1,15 | 2,38 | 2,77 |
| 9 | 0,78 | 0,40 | 1,31 | 2,12 | 2,52 |
| 10 | 0,63 | 0,38 | 1,43 | 2,00 | 2,38 |
| 11 | 1,23 | 0,46 | 1,10 | 2,24 | 2,70 |
| 12 | 0,86 | 0,39 | 0,87 | 1,80 | 2,19 |
| Mittel: | | 0,39 | | 2,19 | |

### Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. | | B. | | A + B. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ‰ grm. | Betrag grm. | ‰ grm. | Betrag grm. | Betrag grm. |
| 1 | 0,43 | 0,29 | 1,09 | 1,95 | 2,24 |
| 2 | 0,62 | 0,32 | 1,30 | 2,19 | 2,51 |
| 3 | 0,58 | 0,42 | 0,89 | 1,87 | 2,29 |
| 4 | 0,46 | 0,29 | 1,34 | 1,92 | 2,22 |
| 5 | 0,43 | 0,32 | 0,93 | 2,05 | 2,37 |
| 6 | 0,46 | 0,33 | 1,78 | 2,18 | 2,51 |
| 7 | 0,59 | 0,36 | 2,11 | 1,90 | 2,26 |
| 8 | 0,48 | 0,36 | 2,38 | 2,03 | 2,39 |
| 9 | 0,53 | 0,36 | 1,03 | 2,11 | 2,47 |
| 10 | 1,02 | 0,44 | 2,32 | 2,33 | 2,77 |
| 11 | 0,76 | 0,41 | 1,91 | 2,02 | 2,42 |
| 12 | 0,62 | 0,37 | 1,35 | 1,73 | 2,20 |
| Mittel: | | 0,36 | | 2,02 | |

## XXII. Tabelle. Kalk.

Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. ‰ | A. Betrag in grm. | B. ‰ | B. Betrag in grm. | A+B. Betrag in grm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,067 | 0,012 | 0,150 | 0,15 | 0,162 |
| 2 | 0,078 | 0,017 | 0,078 | 0,14 | 0,157 |
| 3 | 0,022 | 0,015 | 0,056 | 0,09 | 0,105 |
| 4 | 0,033 | 0,009 | 0,045 | 0,07 | 0,079 |
| 5 | 0,033 | 0,008 | 0,120 | 0,10 | 0,108 |
| 6 | 0,110 | 0,018 | 0,140 | 0,11 | 0,128 |
| 7 | 0,089 | 0,048 | 0,078 | 0,20 | 0,248 |
| 8 | 0,033 | 0,013 | 0,067 | 0,14 | 0,153 |
| 9 | 0,022 | 0,011 | 0,078 | 0,13 | 0,141 |
| 10 | 0,056 | 0,033 | 0,100 | 0,14 | 0,173 |
| 11 | 0,056 | 0,021 | 0,067 | 0,13 | 0,151 |
| 12 | 0,033 | 0,015 | 0,078 | 0,10 | 0,115 |
| Mittel: | | 0,018 | | 0,13 | |

Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. ‰ | A. Betrag in grm. | B. ‰ | B. Betrag in grm. | A+B. Betrag in grm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,056 | 0,037 | 0,090 | 0,12 | 0,157 |
| 2 | 0,045 | 0,023 | 0,090 | 0,15 | 0,173 |
| 3 | 0,056 | 0,040 | 0,090 | 0,19 | 0,230 |
| 4 | 0,034 | 0,022 | 0,102 | 0,15 | 0,172 |
| 5 | 0,023 | 0,017 | 0,090 | 0,20 | 0,217 |
| 6 | 0,011 | 0,008 | 0,168 | 0,23 | 0,238 |
| 7 | 0,023 | 0,013 | 0,146 | 0,13 | 0,143 |
| 8 | 0,045 | 0,034 | 0,190 | 0,16 | 0,194 |
| 9 | 0,034 | 0,023 | 0,112 | 0,23 | 0,253 |
| 10 | 0,034 | 0,015 | 0,190 | 0,19 | 0,205 |
| 11 | 0,056 | 0,035 | 0,157 | 0,17 | 0,205 |
| 12 | 0,045 | 0,027 | 0,123 | 0,16 | 0,187 |
| Mittel: | | 0,024 | | 0,17 | |

## XXIII. Tabelle. Phosphorsäure an Alkalien gebunden.

Erste Reihe.

| Tag der Reihe. | A. ‰ | A. Betrag in grm. | B. ‰ | B. Betrag in grm. | A+B. Betrag in grm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,97 | 0,54 | 2,59 | 2,52 | 3,06 |
| 2 | 2,64 | 0,57 | 1,59 | 3,00 | 3,57 |
| 3 | 0,64 | 0,45 | 0,97 | 1,47 | 2,92 |
| 4 | 1,56 | 0,41 | 1,18 | 1,88 | 2,29 |
| 5 | 2,31 | 0,55 | 2,74 | 2,44 | 2,99 |
| 6 | 2,61 | 0,43 | 2,59 | 1,96 | 2,39 |
| 7 | 0,97 | 0,52 | 0,72 | 1,86 | 2,38 |
| 8 | 1,08 | 0,41 | 0,95 | 1,96 | 2,37 |
| 9 | 0,80 | 0,40 | 1,10 | 1,77 | 2,17 |
| 10 | 0,62 | 0,37 | 1,26 | 1,76 | 2,13 |
| 11 | 1,32 | 0,50 | 0,76 | 1,54 | 2,04 |
| 12 | 0,59 | 0,27 | 0,90 | 1,87 | 2,14 |
| Mittel: | | 0,45 | | 2,00 | 2,45 |

Mittlere Schwankg: 0,084
Mittelunterschied: 0,17
Schwankungssumme: 0,155

Zweite Reihe.

| Tag der Reihe. | A. ‰ | A. Betrag in grm. | B. ‰ | B. Betrag in grm. | A+B. Betrag in grm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,26 | 0,17 | 0,95 | 1,69 | 1,86 |
| 2 | 0,57 | 0,30 | 1,10 | 1,84 | 2,14 |
| 3 | 0,28 | 0,20 | 0,81 | 1,71 | 1,91 |
| 4 | 0,67 | 0,43 | 1,04 | 1,48 | 1,91 |
| 5 | 0,49 | 0,36 | 0,95 | 2,11 | 2,47 |
| 6 | 0,41 | 0,29 | 1,49 | 1,83 | 2,12 |
| 7 | 0,41 | 0,25 | 1,59 | 1,43 | 1,68 |
| 8 | 0,46 | 0,35 | 2,13 | 1,82 | 2,17 |
| 9 | 0,49 | 0,33 | 0,72 | 1,47 | 1,80 |
| 10 | 0,54 | 0,23 | 2,00 | 2,01 | 2,24 |
| 11 | 0,49 | 0,26 | 1,87 | 1,97 | 2,23 |
| 12 | 0,41 | 0,25 | 1,90 | 2,43 | 2,68 |
| Mittel: | | 0,28 | | 1,81 | 2,09 |

Mittlere Schwankg.: 0,07

Betrachten wir nun die Resultate der einzelnen Tabellen, welche die Lampe'schen Versuche über die nasse Einwickelung enthalten.

Aus Tabelle XVI ersieht man, dass die sechsstündigen Körperverluste ohne Einwickelung gegen die mit derselben sichtlich abstechen. In der ersten Reihe schwanken die Gesammtkörperverluste zwischen 600 und 1016 Grmm., in der zweiten Reihe zwischen 675 und 1708 Grmm. in 6 Stunden. Es war zu erwarten, dass der eigentliche Effect der Einwickelung sich beim ersten Male (am 26. August) nicht in seiner ganzen Grösse zeigen werde, und der Körperverlust beträgt auch nur 675 Grmm., steigt aber schon am folgenden Tage auf 1025, als dem Minimum in der zweiten Reihe, sofern der erste Versuch ausgeschieden wird, und erhebt sich mit einzelnen Schwankungen bis auf 1708 Grmm. Mit Ausscheidung des ersten Versuchs übersteigt das Minimum der zweiten Versuchsreihe das Maximum der zweiten, und man darf daher unbedenklich annehmen, dass bei Herrn Lampe eine 2 bis $2^1/_2$ stündige nasse Einwickelung mit nachfolgender nasser Abreibung die Gesammtkörperverluste vermehrt. Dieses Resultat wird durch die Mittelzahlen aus beiden Versuchsreihen noch befestigt. Das Mittel aus der ersten Reihe beträgt 789, das aus der zweiten 1141 Grmm., der Mittelunterschied also 352 Grmm. Herr Lampe büsste also bei seinen Einwickelungen in 6 Stunden durchschnittlich über ein Medicinalpfund mehr an Gewicht ein, als ohne dieselben. Die Schwankungssumme beider Reihen beträgt 352 Grmm. Wenn aber die Summe der mittleren Schwankungen gleich oder kleiner ist als die Unterschiede der Mittel, so darf auf eine wahrscheinliche Vermehrung oder Verminderung der Stoffe in den miteinander verglichenen Reihen geschlossen werden. Die Vermehrung der Gesammtkörperverluste durch 2 bis $2^1/_2$ stündige nasse Einwickelungen darf bei Herrn Lampe als wahrscheinlich angenommen werden, und zwar um so mehr, da die Zahl der von ihm angestellten Versuche nicht gering ist.

Da ich nun bald zeigen werde, dass bei diesen grösseren Körperverlusten durch die nasse Einwickelung den Darmentleerungen gar keiner, der Harnausscheidung entweder kein, oder nur ein geringer

Einfluss zuzumessen ist, so können jene nur entweder der verstärkten Haut- und Lungen-Ausscheidung, oder der einen von beiden zugeschrieben werden. Da wir bis jetzt, trotz allen neuen Apparaten, kein Mittel haben, die, durch die Lungen vom Menschen ausgeathmete Kohlensäure oder das ausgeathmete Wasser genau zu bestimmen, so muss die Frage, ob die vermehrte Lungenausdünstung an der grössern Einbusse des Körpergewichts unzweifelhaften Antheil habe, vorläufig unbeantwortet bleiben. Wahrscheinlich ist mir das nicht. Die ruhige Lage in der Einwickelung, wodurch mir keineswegs das Respirationsgeschäft gefördert zu werden scheint, wird wohl nicht geeignet sein, die Lungenausscheidung zu vermehren, und so bleibt die Haut als dasjenige Organ allein übrig, dem ich den überwiegend grössten Antheil an den grösseren Körperverlusten zuerkennen möchte.

Die Resultate der Lampe'schen Versuche stehen mit den Behauptungen von Howard F. Johnson in directem Widerspruch. Da die Behauptungen dieses Arztes an der Wasserheilanstalt zu Ferns von fast allen Hydrotherapeuten als zweifellos richtig angenommen werden, und, so viel ich weiss, die Johnson'schen Versuche die einzigen bisher gemachten sind, so halte ich es für angemessen, sie hier zu besprechen. Man findet sie in den „Untersuchungen über die Wirkungen des kalten Wassers auf den gesunden Körper, um seine Wirkung in Krankheiten festzustellen, von H. F. Johnson, aus dem Englischen von Dr. G. W. Scharlau, Stettin 1851." Johnson sagt a. a. O. S. 126:

„1) Die (nasse) Einpackung ist von einem geringen Körpergewichtsverluste begleitet.

2) Dieser Verlust würde auch ohne das nasse Tuch herbeigeführt worden sein.

3) Mit der Verlängerung der Einpackung nimmt dieser Gewichtsverlust nicht absolut, sondern nur beziehungsweise zu.

4) Die nassen Einwickelungen bringen niemals einen Schweiss hervor."

Fassen wir nun die beiden ersten Nummern zusammen, so heisst das: die nasse Einpackung bedingt keinen grössern Körpergewichtsverlust, als wenn das Individuum ohne Einwickelung geblieben wäre.

Eine solche Behauptung rechtfertigen die Johnson'schen Versuche durchaus nicht. Man findet sie a. a. O. von S. 75 bis 82, und hat Johnson deren 9 angestellt. Die Versuchsperson wurde vor der Einpackung gewogen, verblieb in dieser 60, 60, 70, 90, 100 Minuten, $2^1/_2$ Stunde, 4, 4, 4 Stunden, wurde dann ausgewickelt, eine Minute lang in ein kaltes Wannenbad gesetzt, abgerieben, dann in trockene Tücher gut eingewickelt und mit denselben eine Minute gerieben, und gleich nachher zum zweiten Male gewogen. Der Gewichtsverlust betrug $1\,\mathfrak{Z}$, $^3/_4\,\mathfrak{Z}$, $1^1/_4\,\mathfrak{Z}$, $1^1/_4\,\mathfrak{Z}$, $2^1/_4\,\mathfrak{Z}$, $2^1/_2\,\mathfrak{Z}$, $3^1/_4\,\mathfrak{Z}$, $1^3/_4\,\mathfrak{Z}$, $^1/_2\,\mathfrak{Z}$. Wer nur ein einziges Mal einen Menschen beobachtet hat, der mit dem ganzen Körper in ein Vollbad gesetzt und nur eine Minute lang abgerieben wird, wird wissen, dass an der Haut und in den Haaren noch ansehnliche Mengen von Wasser haften bleiben, die erst allmälig verdunsten. Es war also kein reines Resultat, sondern vielmehr zu erwarten, dass die Körpergewichtsverluste zu gering ausfallen würden, Beobachtungsfehler, die in den Lampe'schen Versuchen durchaus nicht vorkommen konnten. Johnson hätte also diese Fehler vermeiden und erforschen müssen, wieviel seine beiden Versuchspersonen an Körpergewicht verloren haben würden, wenn sie eine gleiche Zeit lang nicht eingewickelt gewesen wären. Da dieses nun nicht geschehen, so sind seine Behauptungen unter Nr. 1 und 2 ganz und gar unmotivirt. Lampe's genauere Versuche beweisen das Gegentheil. Auch Lampe schwitzte in der nassen Einwickelung nicht, allein die Körpergewichtsbestimmungen machen einen durch die nasse Einwickelung erzeugten grössern Gesammtverlust wahrscheinlich.

Der Behauptung aber, dass die nasse Einwickelung niemals Schweiss hervorrufe, muss ich aus eigner Erfahrung an mehr als 120 Patienten, welche dieser Procedur unterworfen wurden, geradezu widersprechen.

Vor allen Dingen ist zu bemerken, dass es in jedem Falle sehr von der Art der Anwendung der nassen Einwickelung und von den äusseren Umständen abhängen wird, ob dieselbe vermehrte Hautausdünstung hervorrufen werde, oder nicht. Eine kurze Einwickelung, etwa von der Dauer einer Viertel- bis zu einer halben Stunde wird schwerlich

jemals Schweiss erregen, namentlich nicht bei kalter Lufttemperatur. Ich glaube auch nicht, dass durch sie die unmerkliche Hautausscheidung erheblich zunehme. Ich weiss sehr gut, dass manche Patienten 2, 3 bis 4 Stunden in nasser Einwickelung liegen können, ohne auch nur im Geringsten zu schwitzen, wogegen gerade dieselben Patienten am andern Tage schon nach einer Stunde in Transspiration kamen. Ich habe Fälle gesehen, in welchen schon vor Ablauf von einer Stunde in der nassen kalten Einwickelung Schweiss ausbrach. Eine Dame litt seit mehreren Jahren an *Psoriasis*, in einer Weise, wie man sie selten sieht. Die ganze Körperoberfläche, von den Zehen bis zum Wirbel war mit Ausschlag so bedeckt, dass man nicht einen Silbergroschen hätte auf die Haut legen können, ohne dass derselbe den Ausschlag berührte. Die Haut schuppte sich in grossen Massen ab. Diese Patientin wurde Morgens und Nachmittags 2 bis 3 Stunden lang nass eingewickelt, und schon nach einer halben Stunde brach über den ganzen Körper der Schweiss aus. Die Badewärterin musste schon vor Ablauf einer Stunde kommen, um ihr den von dem unbedeckten Gesichte in Strömen ablaufenden Schweiss abzuwischen, und nach 2 bis 3 Stunden hatte sie so geschwitzt, dass der Schweiss bis in die Matratze gedrungen war. In den letzten vierzehn Tagen liess ich sie erst nass einwickeln, beim Ausbruche des Schweisses, also nach einer halben Stunde, wurde sie wieder in nasse und kalte Tücher eingewickelt und diese Procedur eine halbe Stunde später wiederholt. Jedesmal war der Schweiss sehr reichlich. Ausser den beiden nassen Einwickelungen mit nachfolgender nasser Abreibung bekam sie täglich noch eine Brause, abwechselnd mit einem Sitzbade, und nach acht Wochen war sie vollständig geheilt. Sie ist bis jetzt gesund geblieben.

Nicht minder auffallend habe ich nach nassen Einwickelungen bei anderen Kranken Schweiss eintreten sehen, der freilich in manchen Fällen ausblieb. Aber auch in diesen Fällen möchte sich durch die Waage eine vermehrte Hautausdünstung haben constatiren lassen, so wie es bei Herrn Lampe geschah.

Johnson hätte höchstens sagen dürfen, dass er in der nassen Einwickelung nie habe Schweiss ausbrechen sehen. Ich gebe zu, dass

die nasse Einwickelung nicht immer Schweiss, oder vermehrte Hautausdünstung hervorrufe, ich will sogar gern glauben, dass unter Umständen durch jene, namentlich wenn sie nur kurze Zeit angewandt wird, die Hautausdünstung sogar vermindert werde; aber ich behaupte, und bin im Stande zur Begründung meiner Ansicht viele Beobachtungen anzuführen, **dass durch die nasse Einwickelung sehr oft eine gelinde, in manchen Fällen sogar eine stark vermehrte Hautausdünstung hervorgerufen wird, besonders dann, wenn die Einwickelung eine Stunde und länger fortgesetzt wird.**

Mein erfahrener und sehr geachteter Kollege, Herr Dr. Petri in der Laubbach, sagt sehr richtig in seiner: „wissenschaftlichen Begründung der Wasserkur, gestützt auf 13jährige Erfahrung, Coblenz 1853" S. 157: „Die Wärme tritt oft gleich nach der Einwickelung wieder ein, oft erst nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde, steigt allmälig, bis sie zuletzt in eine brennende Hitze übergeht, die sich durch einen gelinden Schweiss, an Stirn und Gesicht deutlich erkennbar, entladet. Derselbe Verlauf findet statt, sogar nach mehreren gleich nach einander wiederholten Einwickelungen. Mancherlei Umstände, unter anderen bedeutende Kälte des Tuchs, ungünstige Witterung können die Wiederkehr der Wärme und die Zunahme der Pulsschläge wohl verlangsamen, nie aber verhindern. Ist hingegen die Einwickelung nicht anliegend, lüftet sich die wollene Decke an den Schultern und am Halse, sogar ohne, oder bei der geringsten Bewegung, fehlt es an guter Bedeckung, so kann der Kranke Stunden lang liegen, ehe einige Wärme wiederkehrt."

Wie nun, allen Erfahrungen zum Trotz Dr. Scharlau in seinen „klinischen Mittheilungen aus dem Gebiete der Wasserheilkunde, Berlin 1857" S. 62 mit einer so beneidenswerthen Sicherheit behaupten kann: „**Niemals** wird durch die nasse Einpackung die Hautausdünstung vermehrt, wie dies Waage und Gewicht **beweisen**", bleibt mir unbegreiflich. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich Scharlau auf Johnston stützt. Hätte Jener die Versuche von diesem mit mehr Kritik betrachtet, so wäre der Irrthum sehr bald entdeckt worden. Johnson stellte seine Versuche nicht in der Weise an, die zur Begründung seiner

Ansicht hätte führen können. Wer ein Buch mit Beobachtungen und Experimenten liest, muss sich zuerst die Frage stellen, ob der Verfasser auch eine geeignete Methode befolgt habe, um auf die an die Natur gestellten Fragen eine richtige Antwort zu erhalten. Da Scharlau an seine, von Johnson adoptirte falsche Ansicht über die Wirkung der nassen Einpackung sofort weitgreifende therapeutische Schlussfolgerungen knüpft, so ist sein Irrthum um so gefährlicher, und muss er um so nachdrücklicher bekämpft werden. Ich werde nachher zeigen, dass Scharlau noch mehr Irrthümer über die Einwickelung in nasse Tücher verbreitet hat.

Wenn Johnson auch wirklich nachgewiesen hätte, dass eine ein- bis vierstündige nasse Einwickelung bei 2 Personen die Hautausdünstung nicht vermehrt habe, so würde daraus doch noch nicht folgen, dass jene das niemals thut. Daraus, dass bei Herrn Lampe die 2 bis $2^1/_2$stündige Einwickelung die Hautthätigkeit vermehrte, folgt noch nicht, dass Versuche gleicher Art bei allen Menschen von demselben Resultate begleitet sein werden. Es ist zwar wahrscheinlich, aber auch noch nicht einmal gewiss, dass, wenn Herr Lampe unter denselben Umständen dieselben Versuche machen wollte, nun wieder dasselbe Resultat hervortreten werde. Es fehlt noch viel daran, dass wir über einen gewissen Effekt allgemeingültige Aufschlüsse erhalten. Nur durch eine strenge Induction können wir zum Ziele gelangen.

Wenn wir die Körpergewichtstabelle XVI betrachten, so finden wir, dass Herr Lampe mit einem Körpergewichte von 87,933 Kilogramm die Versuche anfing und mit 85,5 Kilogr. schloss. In der ersten Reihe sank, ohne die Einwickelung, das Körpergewicht von 87,9 auf 85, 7 Kilogr. Die Ursache davon liegt sehr nahe, und ist in der veränderten Lebensweise zu suchen. Er war gewohnt Morgens zu frühstücken und Abends Fleisch und andere Speisen zu geniessen. Nun wird man geneigt sein einzuwenden, dass die Versuchsperson in der ersten Reihe nicht dieselbe gewesen, welche sie in der zweiten Reihe war, weil beim Anfange der Versuche auf sie noch die Veränderung der Lebensweise verändernd eingewirkt habe. Ich bin nicht geneigt hierauf besondern Werth zu legen. Sollte aber Jemand anderer

Meinung sein, so müsste man die 3 ersten Versuchstage, also vom 14. bis 16. August, ausschliessen. Am 17. August ist das Körpergewicht 86,5 Kilogr., und dem am 30. August, also einem Versuchstage in der zweiten Reihe, sehr nahe. Wollen wir aber die 3 ersten Versuchstage ausscheiden, so bleibt das Resultat doch ganz dasselbe. Diese Bemerkung gilt auch bei den später zu betrachtenden Ausscheidungen, und werde ich deshalb nicht wieder darauf zurückkommen.

Das Gewicht der *Faeces* (s. Tab. XVII) ist leider in den 7 ersten Tagen der ersten Reihe nicht genau bestimmt worden. So viel ist aber gewiss, dass die Defäcation in den ersten Tagen zu derselben Zeit und schätzungsweise in gleicher Menge vor sich ging. In der ersten Reihe schwankte die Fäcesmenge zwischen 138 bis 300 Grmm., in der zweiten Reihe zwischen 122 und 293 Grmm., mithin fast gleiche Schwankungsgrösse. Uebrigens habe ich bei Patienten, welche nur die nassen Einwickelungen gebrauchten, niemals eine Veränderung der Stuhlentleerungen eintreten sehen. Beobachtungsreihen, welche diesem negativen Befunde widersprächen, habe ich nirgendwo aufgefunden.

Die Zahlen, welche die Harnmengen anzeigen (s. Tab. XVIII), sind schon schwieriger zu beurtheilen. Sie ergeben wenigstens kein ganz zuverlässiges Resultat. Es kann nicht geleugnet werden, dass in der ersten Reihe A die Zahlen durchschnittlich kleiner sind als in der zweiten Reihe A, die Mittel verhalten sich wie 385 : 633. Da aber in der ersten Reihe A die mittlere Schwankung 169, in der zweiten Reihe A die mittlere Schwankung 95, die Schwankungssumme mithin 264, die Differenz beider Mittel indessen nur 248 Grmm. beträgt, so darf man nicht mit Gewissheit eine Vermehrung der Urinsecretion durch die nassen Einwickelungen in den ersten 6 Stunden der Versuchszeit folgern. Dass aber die nasse Einwickelung bei Herrn Lampe, wenigstens in den ersten 6 Stunden, die Urinsecretion etwas bethätigt habe, wird mir durch folgende Betrachtung nicht ganz unwahrscheinlich. Alle, in der neuern Zeit angestellten exacten Versuche haben zu dem Resultate geführt, dass die Urinmenge, welche in 24 Stunden gelassen wird, hauptsächlich, um nicht zu sagen allein, von der eingeführten Wassermenge abhängig ist. Lampe trank an allen Versuchstagen gleich viel Wasser, und so

sehen wir, dass die durchschnittliche Harnmenge in beiden Reihen so ziemlich dieselbe (1998 C. C. und 2097 C. C.) blieb, mit einem kleinen Unterschiede von 99 C. C. Dieser kann durch den verschiedenen Wassergehalt der nicht abgewogenen Speisen sehr wohl bedingt gewesen sein. Wir finden nun die Zahlen für die Harnmengen bei den Einwickelungen in den Morgenstunden von $5^1/_2$ bis $11^1/_2$ Uhr durchschnittlich grösser, als zur selben Zeit ohne dieselben, dagegen in diesem Falle die Harnquanta in der nachfolgenden Zeit kleiner als in jenem Falle, und so ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass die nasse Einwickelung zu einer stärkern Harnausscheidung Veranlassung giebt, welche aber, wenn die Menge des eingeführten Wassers gleich bleibt, in den späteren Stunden wieder zurücktritt. So viel ist gewiss, dass bei Herrn Lampe durch die nasse Einwickelung die Gesammtmenge des Harns entweder gar nicht oder doch nicht merklich verändert wurde.

Von den einzelnen Bestandtheilen des Harns wurden, wie die Tabellen XIX bis XXIII zeigen, die Mengen des Harnstoffs, des Chlornatriums, der Schwefelsäure und des Kalkes nicht nachweisbar verändert. Da wo es mir nöthig schien, habe ich die mittlere Schwankung berechnet, beim Harnstoff, bei der Schwefelsäure und beim Kalke zeigen schon die Durchschnittszahlen, dass eine Vermehrung oder Verminderung ihrer Mengen nicht wahrscheinlich ist.

Anders verhält es sich mit der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass diese bei der Versuchsperson durch die nasse Einwickelung vermindert wurde.[1])

Merkwürdig ist, dass in den, der sechsstündigen ersten Versuchszeit folgenden späteren 18 Stunden bei den Einwickelungen die (wahrscheinliche) Verminderung der Phosphorsäure sich nicht ausgleicht, und dass selbst für 24 Stunden bei Anwendung der nassen Einwickelungen die Phosphorsäure doch immer noch etwas vermindert bleibt. Ich bin geneigt zu schliessen, dass in Betreff der verminderten Aus-

[1]) Es ist nämlich die Schwankungssumme 0,155 geringer als der Mittelunterschied 0,170, s. Tabelle XXIII.

scheidung der phosphorsauren Alkalien durch die nasse Einwickelung der Effect ein nachhaltiger war, und sich nicht etwa so wieder ausglich wie bei den Harnmengen.

Es würde von grossem Interesse sein, die Bedeutung der phosphorsauren Alkalien für unsere Organisation und für den Stoffwechsel zu kennen. Ich gestehe indess, dass darüber befriedigende Aufklärungen fehlen.

Hüten wir uns aber, zu schliessen, dass die nasse Einwickelung die Ausfuhr der phosphorsauren Alkalien überhaupt vermindere! Es könnte möglich sein, dass die Phosphorsäure, statt an Alkalien, nur an die Magnesia gebunden, in übrigens gleicher Menge aus dem Körper getreten sei. Inzwischen ist mir dies höchst unwahrscheinlich. Bei den vielen Tausenden von Harnanalysen, welche ich gemacht habe, fand ich, dass Magnesia und Kalk in ziemlich gleichen Verhältnissen durch den Harn ausgeschieden werden. Der Kalk wird durch die nasse Einwickelung nicht vermehrt, und deshalb halte ich es für unwahrscheinlich, dass mehr Magnesia an Phosphorsäure gebunden ausgetreten sei.

Es könnte ferner angenommen werden, dass durch die vermehrte Hautausscheidung mehr phosphorsaure Alkalien aus dem Körper entfernt, und so die ausgeschiedenen Gesammtmengen gleich gemacht worden seien. Da wir aber die Mengen der aus dem Blute durch die Haut ausgeschiedenen phosphorsauren Alkalien auch nicht einmal annäherungsweise bestimmen können, so würde es baarer Zeitverlust sein, auf obige Vermuthung näher einzugehen. Nehmen wir sie aber auch einen Augenblick als richtig an (ich für meinen Theil bin nicht dazu geneigt), so würde mir dennoch die vicariirende Thätigkeit zwischen Haut und Nieren in Betreff der Ausscheidung phosphorsaurer Alkalien immerhin bedeutungsvoll erscheinen.

Da nun aber, wie aus Tabelle XX ersichtlich, das Chlornatrium durch die nasse Einwickelung nicht vermehrt wird, da die Alkalien, Kali und Natron an Phosphorsäure und Chlor gebunden, von den beiden letzteren aber die Phosphorsäure vermindert ist, da in allen Versuchen der Harn gleichmässig sauer war, so musste die bei den Einwickelungen durch den Harn ausgeschiedene Summe

der beiden Alkalien vermindert sein. Auch dieses Resultat würde von grossem Werthe sein, wenn wir die Bedeutung der Rolle kennten, welche die Alkalien im Organismus spielen. Ob die Verminderung der Alkalien auf den Respirationsprocess, die Gallen- oder Blut-Bereitung von Einfluss sein möchte, wissen wir nicht. Indess ich enthalte mich hier aller theoretischen Speculationen, zu welcher dies merkwürdige Resultat sehr leicht verführen könnte, und halte die reine Thatsache vorläufig fest.

Mit einigen Worten komme ich noch auf Dasjenige zurück, was Scharlau a. a. O. S. 63 über die Einwickelung in nasse Tücher sagt. Er hat behauptet, dass durch das Sitzbad die Urinausscheidung, der Harnstoff, die Chlormetalle und die Harnsäure um das Doppelte, die schwefelsauren und phosphorsauren Salze aber nicht vermehrt würden, und dass ganz dieselben Erscheinungen bei der Einwickelung in nasse Tücher beobachtet würden. — Beim Lesen dieser Scharlau'schen Behauptungen konnte ich mich nicht genug wundern über die Sicherheit und Bestimmtheit, mit welcher er dieselben ausspricht. Vor mir hat Niemand schlussgerechte Versuche darüber angestellt, ob wirklich die von Scharlau behaupteten Effecte der nassen Einwickelung eintreten, und es ist unverzeihlich, dass Scharlau in seinen klinischen Mittheilungen Behauptungen aufstellt, die rein aus der Luft gegriffen sind, und keine einzige Beobachtung, keinen einzigen Versuch zur Grundlage haben.

Herr Lampe hat endlich noch einige Versuche bei Kranken in der Rolandseeker Anstalt angestellt, welche 2 Stunden lang in der nassen Einwickelung bis zum Ausbruche des Schweisses lagen. Er maass die Temperaturen der Mundhöhle im Schweisse, während der Einwickelung, Morgens zwischen 7 und 8 Uhr und zum Vergleiche zu einer andern Stunde, welche in Tabelle XXIV angegeben ist. Die Patienten hatten nach der Einwickelung ihren Spaziergang im Freien gemacht, und darnach Milch und Weissbrod mit Butter gegen $8^1/_2$ bis 9 Uhr genossen. Der Herr P. litt an Rückenmarkslähmung, Herr Sch. an chronischem Pharyngealkatarrh, Herr D. an Polyurie (ohne Zucker im Urin), Herr S. an Hämorrhoiden und Leberanschwellung, Herr

Schr. an chronischem Magenkatarrh. Die Quecksilberkugel des sehr feinen Geissler'schen Thermometers wurde von Herrn Lampe den Kranken 10 bis 15 Minuten lang unter der Zunge gehalten, natürlich bei geschlossenem Munde, bis das Quecksilber nicht mehr stieg. — Ich erlaube mir nicht, aus diesen wenigen Versuchen, deren Genauigkeit ich übrigens verbürgen kann, irgend welche Schlüsse zu ziehen. Eine Veröffentlichung der Beobachtungen halte ich für gerechtfertigt, um Andere zu ähnlichen Versuchen aufzufordern.

**XXIV. Tabelle. Einige Temperaturmessungen (Mundhöhle) angestellt an Personen, welche im nassen Laken schwitzten.**

| I. im Schweiss | II. normal | I—II. | I. im Schweiss | II. normal | I—II. | I. im Schweiss | II. normal | I—II. | I. im Schweiss | II. normal | I—II. | I. im Schweiss | II. normal | II—I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36,9° | 37,1 [1] | 0,2° | 36,6° | 37° [1] | 0,4° | | | | | | | | | |
| 36,9° | 37,2 | 0,3° | 36,5° | 37,15° [2] | 0,65° | | | | | | | | | |
| 37° | 37,6° [2] | 0,6° | 36,8° | 37,15° [2] | 0,35° | 36,6° | 37° [1] | 0,4° | | | | | | |
| | | | 36,8° | 36,9° [4] | 0,1° | 36,6° | 37,4° [2] | 0,8° | 36,7° | 37,4° [1] | 0,7° | | | |
| | | | | | | 36,75° | 37,4° [2] | 0,65° | 36,8° | 37° [2] | 0,2° | | | |
| | | | | | | 36,7° | 37° | 0,3° | 36,4° | 37° [3] | 0,6° | | | |
| | | | | | | | | | 36,65° | 36,8° [4] | 0,15° | 36,6° | 37° [1] | 0,4° |

[1] Um 11 Uhr Morgens.
[2] Um 10 Uhr.

[1] 4 Uhr Nachmittags [*]
[2] 2 „ „
[3] 2 „ „
[4] 10 Uhr.

[1] 10 Uhr.
[2] 12 „
[3] 10 „

[1] 11½ Uhr.
[2] 10 „
[3] 10 „
[4] 10 „

[1] 10 Uhr.

[*] Nach dem Mittagessen.

Die Temperaturen der äussern Luft sind bei Anstellung von physiologischen Versuchen, wie sie in dieser Arbeit mitgetheilt worden, nicht ohne Belang. Ich habe sie für die von mir und Lampe verwandten Versuchstage in der Tabelle XXV zusammengestellt, obwohl ich nicht finde, dass etwaige Differenzen in den Ausscheidungen von Temperaturverschiedenheiten herzuleiten wären. Uebrigens will ich dem Urtheile der Leser nicht vorgreifen.

**XXV. Tabelle. Ueber die Temperatur sämmtlicher Versuchstage von Böcker und Lampe in Graden nach Réaumur.**

| Datum. 1858. | Morgens 7 Uhr. | Mittags 1 Uhr. | Abends 9 Uhr. | Datum. 1858. | Morgens 7 Uhr. | Mittags 1 Uhr. | Abends 9 Uhr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| August. | | | | September. | | | |
| 14 | 17 | 23 | 18 | 16 | 10,5 | 19 | 16 |
| 15 | 16,5 | 17 | 14,5 | 17 | 13 | 21 | 16 |
| 16 | 13 | 21 | 15,5 | 18 | 13,5 | 16 | 14 |
| 17 | 14,5 | 22,5 | 18 | 19 | 12 | 17 | 14 |
| 18 | 17,5 | 25 | 19,5 | 20 | 12,5 | 18,5 | 14 |
| 19 | 18 | 20 | 14,5 | 21 | 11 | 16 | 12 |
| 20 | 13 | 18 | 15,5 | 22 | 9,5 | 19 | 14,5 |
| 21 | 12 | 16 | 14 | 23 | 13 | 16,5 | 14,5 |
| 22 | 11 | 17 | 14,5 | 24 | 13 | 16,5 | 11,5 |
| 23 | 14 | 18 | 15 | 26 | 9 | 15 | 12 |
| 24 | 13 | 21 | 14 | 27 | 10 | 15 | 11 |
| 25 | 13,5 | 18 | 12 | 28 | 9 | 14 | 11 |
| 26 | 11 | 14 | 10,5 | 29 | 8 | 18 | 13,5 |
| 27 | 9 | 15 | 11,5 | 30 | 12,5 | 17,5 | 14,5 |
| 28 | 10 | 14 | 9 | October. | | | |
| 29 | 8,5 | 12,5 | 10 | 2 | 10 | 14 | 12 |
| 30 | 11 | 17 | 13 | 3 | 10 | 15 | 12 |
| 31 | 11 | 16,5 | 12,5 | 4 | 7,5 | 16 | 11,5 |
| September. | | | | 6 | 7 | 13 | 7,5 |
| 1 | 10 | 15 | 12 | 7 | 7 | 13 | 12 |
| 2 | 12 | 15,5 | 14 | 8 | 12 | 11 | 6,5 |
| 3 | 14 | 15,5 | 15 | 9 | 2,5 | 9 | 6,5 |
| 4 | 15 | 20 | 16,5 | 10 | 3,5 | 10,5 | 7,5 |
| 5 | 14 | 18,5 | 13 | 11 | 7,5 | 12 | 9,5 |
| 6 | 12,5 | 17 | 12,5 | 12 | 8 | 10,5 | 6 |
| 7 | 10 | 16,5 | 13 | 13 | 4 | 12,5 | 9,5 |
| 8 | 11,5 | 16,0 | 12 | 14 | 8,5 | 12 | 11,5 |
| 9 | 11 | 16 | 13 | 15 | 9,5 | 14,5 | 9,5 |
| 11 | 12 | 19,5 | 15 | 16 | 7,5 | 14 | 12 |
| 12 | 12 | 20,5 | 16,5 | 18 | 7,5 | 16 | 10,5 |
| 13 | 14 | 21,5 | 16 | | | | |
| 14 | 13,5 | 21 | 17 | | | | |
| 15 | 13 | 17 | 14 | | | | |

Ueberblicken wir nun die Ergebnisse der vorstehenden mühevollen physiologischen Untersuchungen, so müssen wir leider gestehen, dass jene mit den grossartigen therapeutischen Resultaten, welche in den Wasserheilanstalten in unzweifelhaftester Weise beobachtet werden, in keinem entsprechenden Verhältnisse stehen. Ich habe in diesem Jahre die hartnäckigsten und eingewurzeltsten Leiden, welche Monate und Jahre lang allen möglichen Kurversuchen widerstanden hatten, in Rolandseck durch die Anwendung eines

oder mehrerer der besprochenen Mittel dauernd heilen sehen. Dass diese wirken, wird Niemand in Abrede stellen, der nur ein einziges Jahr in einer Wasserheilanstalt gewirkt hat, aber wie sie wirken, ist uns freilich noch ein Räthsel. Mehrere Hydrotherapeuten sind um Erklärungsgründe gar nicht verlegen, und so kommt es, dass viele hydrotherapeutische Werke von den vagsten und fabelhaftesten Hypothesen wimmeln. Diese können nur dazu dienen, denjenigen wissenschaftlich gebildeten Aerzten, welche mit Umsicht die entwickelten Hypothesen prüfen, und nicht in der Lage sind, die unleugbaren Erfolge der Wasserkuren durch eigne Anschauung zu beobachten, das Vertrauen zu diesen zu rauben. Nimmt man noch hinzu, dass noch immer einige Wasserärzte die Wasserkuren als ein Heilverfahren präkonisiren, welches als Universalmittel alle übrigen Heilmethoden entbehrlich machen könne, so muss der Credit, den sich bis jetzt die Hydrotherapie erworben hat, vollends Schiffbruch leiden. Für mich ist das Wasser ein Mittel, durch dessen vielfache Anwendungsformen man zwar eine Menge von Krankheiten, aber nicht alle, heilen kann. Leider beruhen die Indicationen zur Anwendung der Wasserkuren, denen ich schon seit Beginn meiner 18jährigen Praxis meine ungetheilte Aufmerksamkeit geschenkt habe, auf unsicheren theoretischen Grundlagen, und so kommt es denn, dass nicht selten von auswärtigen Aerzten Kranke in Wasserheilanstalten geschickt werden, welche nicht dahin gehören, und umgekehrt möchten viele Patienten daselbst Heilung finden, denen man die Wasserkur als zu heroisch und zu gefährlich darstellt. Man bedenkt nicht, dass der Arzt in einer Wasserheilanstalt es ganz in seiner Gewalt hat, von den leichtesten und schonendsten Anwendungsformen zu den schwereren und eingreifendsten allmälig fortzuschreiten. Aus diesem Grunde mache ich schon seit 7 Jahren alljährlich im Sommer mit meinen Zuhörern in der Arzneimittellehre Excursionen in die Anstalt zu Rolandseck, damit sie durch Anwendung der einzelnen Anwendungsformen des Wassers an ihrem eignen Körper Vorurtheile überwinden lernen, mit welchen nicht wenige praktische Aerzte behaftet sind.

Um den Wasserkuren aber eine dauernde Zukunft zu sichern, ist

es unumgänglich nothwendig, dass die physiologische und therapeutische Wirkung derselben mit Ausschluss aller willkürlichen, unbewiesenen Hypothesen und theoretischen Speculationen auf rationellem, inductivem Wege festgestellt werde, denn sonst laufen sie Gefahr, in die Rumpelkammer der therapeutischen Modesachen geworfen zu werden. Eine Heilmethode, welche so bedeutende, unleugbare Erfolge aufzuweisen hat, wie die Hydrotherapie, kann und darf eines wissenschaftlichen Bodens nicht entbehren, und um diesen zu gewinnen, werde ich auch in Zukunft meine Kräfte verwenden.

Bonn, den 23. December 1858.

**Dr. Böcker.**

---

**Berichtigungen.**

In den beiden ersten Bogen dieser Arbeit, namentlich von Seite 57 bis 61 in den Tabellen IV, V, VI, VII, IX und Seite 60 Zeile 4 von oben, möglicher Weise auch noch an einigen andern Stellen, sind durch ein Versehen die Ausdrücke „mittlerer Fehler", „Fehlersumme" statt „mittlere Schwankung", „Summe der mittleren Schwankungen" stehen geblieben. Ich bitte den Leser, den Ausdruck „mittlerer Fehler" in „mittlere Schwankung" und „Fehlersumme" in „Summe der mittleren Schwankungen" zu verbessern. Ich hoffe nicht, dass durch mein Versehen ein Missverständniss sich einschleichen werde, da der mittlere Fehler und die mittlere Schwankung nach ein und derselben Regel berechnet werden, was auch schon aus Seite 59 Zeile 4 von unten zu entnehmen ist.

Seite 79 Zeile 6 von unten lies statt 45 bis 48 Fuss: 15 bis 18 Fuss.

---

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Biesiadecki u. Herzig. Die verschiedenen Formen der quergestreiften Muskelf

Fig. 1.

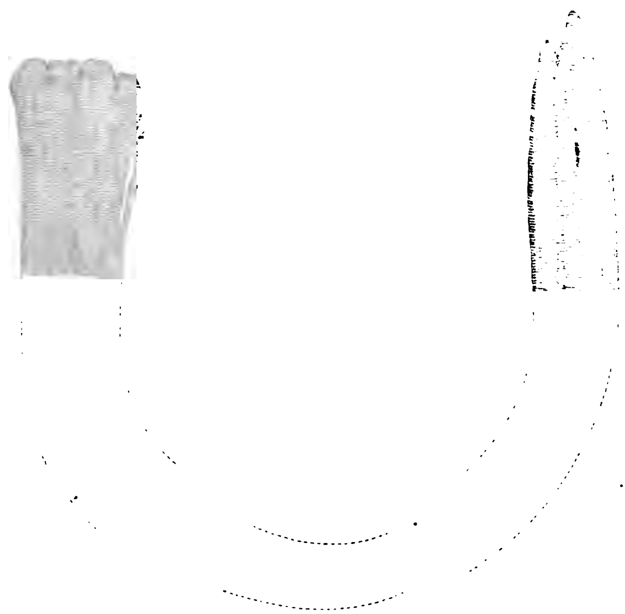


Fig. 2.

Lith. Giesecke & Devrient Lpzg.

es unumgänglich nothwendig, dass die physiologische und therapeutische Wirkung derselben mit Ausschluss aller willkürlichen, unbewiesenen Hypothesen und theoretischen Speculationen auf rationellem, inductivem Wege festgestellt werde, denn sonst laufen sie Gefahr, in die Rumpelkammer der therapeutischen Modesachen geworfen zu werden. Eine Heilmethode, welche so bedeutende, unleugbare Erfolge aufzuweisen hat, wie die Hydrotherapie, kann und darf eines wissenschaftlichen Bodens nicht entbehren, und um diesen zu gewinnen, werde ich auch in Zukunft meine Kräfte verwenden.

Bonn, den 23. December 1858.

**Dr. Böcker.**

---

**Berichtigungen.**

In den beiden ersten Bogen dieser Arbeit, namentlich von Seite 57 bis 61 in den Tabellen IV, V, VI, VII, IX und Seite 60 Zeile 4 von oben, möglicher Weise auch noch an einigen andern Stellen, sind durch ein Versehen die Ausdrücke „mittlerer Fehler", „Fehlersumme" statt „mittlere Schwankung", „Summe der mittleren Schwankungen" stehen geblieben. Ich bitte den Leser, den Ausdruck „mittlerer Fehler" in „mittlere Schwankung" und „Fehlersumme" in „Summe der mittleren Schwankungen" zu verbessern. Ich hoffe nicht, dass durch mein Versehen ein Missverständniss sich einschleichen werde, da der mittlere Fehler und die mittlere Schwankung nach ein und derselben Regel berechnet werden, was auch schon aus Seite 59 Zeile 4 von unten zu entnehmen ist.

Seite 79 Zeile 6 von unten lies statt 45 bis 48 Fuss: 15 bis 18 Fuss.

---

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Fig. 1

Fig. 2

Grenzen eingefasste Elemente des quergestreiften Muskelgewebes erscheinen.

Eine gemeinschaftlich von uns ausgeführte Untersuchung erlaubt uns auf diese Frage Antwort zu geben, indem es uns gelungen ist, aus den verschiedensten Muskeln einer Anzahl von Wirbelthieren quergestreifte Muskelfasern in ihrer Totalität zu isoliren.

Die Methode, deren wir uns dazu bedienten, war wieder die des Einlegens gekochter Fleischstücke in Glycerin.

Wir werden nun die beobachteten Faserformen beschreiben, indem wir gleichzeitig auf die beigegebenen Zeichnungen verweisen.

Muskelfasern, die beiderseits stumpf abgerundet endigten, haben wir aus dem *extensor digit. com. longus*, aus dem *tibialis anticus* und dem *extensor hallucis* vom Menschen, ferner aus dem *extensor digit. com.*, dem *biceps* und *triceps brachii*, dem *gastrocnemius* und *soleus* des Kaninchens, dann aus dem *gastrocnemius*, *Bi-femoro-plantaire* (Dugès), aus dem *intra-ilio-femoral*, *ex-ilio-trochanterien* und *adscapulo-humeral* (Dugès) des Frosches isolirt (Fig. 1).

An diese Form schliest sich eine zweite, wo die Enden unter dem Mikroskope durch seichte Einschnitte gekerbt erscheinen, so dass sie nicht einfach stumpf abgerundet, sondern mit mehreren kegelförmigen Spitzen endigen.

Diese Form isolirten wir aus dem *extensor digit. com.*, dem *tibialis anticus* vom Menschen, aus dem *gastrocnemius* des Frosches und aus vielen Muskeln des Kaninchens (Fig. 2).

Solche in Zacken getheilte Faserenden werden auch von Kölliker für den Schwanz der Froschlarven angegeben[1]).

Die beschriebenen Endigungsweisen trifft man auch an ein und derselben Faser.

Solche Fasern enden dann auf der einen Seite stumpf abgerundet, auf der andern Seite mit kegelförmigen Zacken, und sind in den angeführten Muskeln mit den zwei zuerst beschriebenen Formen gemengt.

---

[1]) Mikroskop. Anat. II. Bd. 1. Hälfte, pag. 224, Fig. 65.

Ganz verschieden von den aufgezählten Formen sind die von einem von uns schon früher beschriebenen spindelförmigen Muskelfasern, von welchen wir hier eine Abbildung beifügen (Fig. 3).

Muskelfasern, die einerseits stumpf abgerundet, andererseits spitz endigten, isolirten wir aus dem *adductor brevis cruris* und dem Beuger des Unterschenkels vom Kaninchen, aus den *musculis vastis* vom Menschen, aus dem Pferdefleisch und endlich aus dem Froschfleische (Fig. 4), wo sie schon von Rollett beobachtet wurden [1]).

Alle bis jetzt beschriebenen Muskelfaserformen fanden wir, wie aus unsern obigen Anführungen hervorgeht, meist in ein und demselben Muskel neben einander. Während aber die spindelförmigen Elemente die Mitte des Muskelbauches einnehmen, laufen von den beiderseitigen Sehnen Muskelfasern aus, die an der Sehne entweder ein stumpf abgerundetes oder ein in kegelförmige Spitzen ausgehendes Ende, an der gegenüberliegenden Seite aber ein spitz zulaufendes Ende besitzen, welches sich zwischen die spindelförmigen Fasern einschiebt. Solche Combinationen isolirten wir z. B. aus dem *pubio-thoracique* (Dugès) vom Frosche, in welchem übrigens auch um vieles längere von Sehne zu Sehne laufende beiderseits stumpf abgerundete Muskelfasern vorkommen.

An den spitz zulaufenden und frei im Innern des Muskels endigenden Fasern sahen wir beim Pferde von den Seiten der Faser dünne, kurze, hakenförmig gekrümmte, oder dickere, gerade verlaufende Fortsätze ausgehen, welche zugespitzt endigten.

Die kleineren erscheinen wie Anhängsel des Muskelfadens, während die stärker entwickelten kurze Aeste einer dichotomisch verzweigten Muskelfaser darstellen (Fig. 5 und 6).

Die Zeichnung (Fig. 5) wurde uns nebst einigen Präparaten zur Benützung von Dr. Rollett überlassen.

Wir sahen auch, dass zwei aus der dichotomischen Theilung einer Muskelfaser hervorgegangene Aeste durch eine Brücke mit einander

[1]) L. c. pag. 180.

in Verbindung traten und so eine wirkliche Anastomose zu Stande kam (Fig. 7).

So wie in der Stamm-Musculatur des Pferdes fanden wir auch in dem *ex-ilio-trochanterien* (Dugès), in dem *gastrocnemius* des Froschs und in dem Muskelfleische der *Lota vulgaris* dichotomisch getheilte Muskelfasern.

In der Musculatur der Zunge, die wir der dort schon längst beobachteten baumförmig verzweigten Muskelfasern halber einer besonderen Untersuchung unterwarfen, stiessen wir auf eine weitere Form der quergestreiften Muskelfasern, nämlich auf Fasern, die beiderseits ein in zahlreiche Verästelungen zerfahrendes Ende darboten, solche beiderseits baumförmig verzweigte Muskelfasern isolirten wir aus der Zunge des Frosches (Fig. 8).

Ausser den baumförmigen Endigungen kommen aber an den Muskelfasern der Zunge, wie wir uns durch die Untersuchung zahlreicher Objecte [1]) überzeugten, auch noch stumpf abgerundete wie in der Menschenzunge (Fig. 9), in der Hunds-, Meerschweinchen- und Kaninchenzunge (Fig. 10), oder in mehrere kegelförmige Spitzen getheilte Enden vor (Fig. 11), wie in der Kalbszunge.

Aus der Zunge des Pferdes isolirten wir Fasern mit ähnlichen hakenförmigen Anhängen, wie aus der Stamm-Musculatur dieses Thieres (Fig. 12).

Nachdem wir nun die verschiedenen von uns beobachteten Formen beschrieben haben, ergiebt es sich von selbst, dass durch unsere Untersuchung die Analogien zwischen dem quergestreiften und glatten Muskelgewebe gestützt werden, indem die quergestreifte Muskelfaser ebenso als ein allseitig begrenztes Formelement aufzufassen ist, wie das spindelförmige Formelement des glatten Muskelgewebes.

Auch die bisher oft angeregte Frage über den Zusammenhang zwischen Muskel- und Sehnengewebe scheint uns dadurch erledigt zu sein, indem diejenigen mikroskopischen Bilder, welche bis jetzt noch

[1]) Mensch, Kalb, Kaninchen, Meerschweinchen, Hund, Schildkröte, *Lota vulgaris*.

einige Histologen zur Annahme eines directen Überganges zwischen Sehnen und Muskelgewebe veranlassten, sich daraus erklären, dass in solchen Fällen eine Muskelfaser nicht mit einem stumpfen Ende, sondern mit mehreren kegelförmigen Spitzen in das Sehnengewebe hineinragte.

So haben wir namentlich aus dem Intercostalmuskel des Menschen, aus dem Kölliker[1]) scheinbar direct in das Sehnengewebe übergehende Muskelfasern abbildet, in grosser Anzahl die oben angegebenen mit mehreren kegelförmigen Spitzen endigenden Fasern isolirt.

---

[1]) Mikroskopische Anat. Bd. II., 1. Hälfte, pag. 218, Fig. 62.

# V.

## Über das Gefüge der *Substantia propria corneae.*

Von **Dr. Alexander Rollett.**

(Assistent bei der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität.[1])

(Mit 1 Tafel.)

Es herrscht wenig Übereinstimmung in den Ansichten über das Gefüge der zwischen dem äusseren Epithelium und der glasartigen Lamelle eingeschlossenen Hornhautschichte.

Die Lehre von der Faserigkeit der *Substantia propria corneae*, welche von Valentin[2]) im Jahre 1836 in die neuere Gewebelehre eingeführt wurde, zählt eine Reihe von Anatomen und Ophthalmologen zu ihren Anhängern.

Nach Valentin schrieben: Henle in seiner allgemeinen Anatomie, Pappenheim in seiner speciellen Gewebelehre des Auges[3]), Brücke in seiner anatomischen Beschreibung des menschlichen Augapfels[4]) in gleichem Sinne über die Hornhaut, und in den Handbüchern von Todd-Bowman, Gerlach und Kölliker findet man die Lehre von der Faserigkeit der *Substantia propria corneae* wieder.

Henle, welcher, wie gesagt, in seiner „allgemeinen Anatomie" die obige Lehre gleichfalls vorgetragen hatte, setzte an deren Stelle später

---

[1]) Aus dem XXXIII. Bande der Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Repertorium der Physiologie 1836, p. 311.

[3]) Breslau 1842, p. 55.

[4]) Berlin 1847, p. 9.

*Fig. 3.*

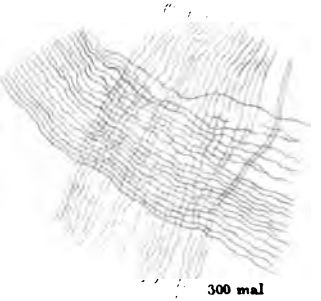



*Fig. 4.*

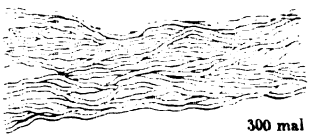



*Fig. 2.*

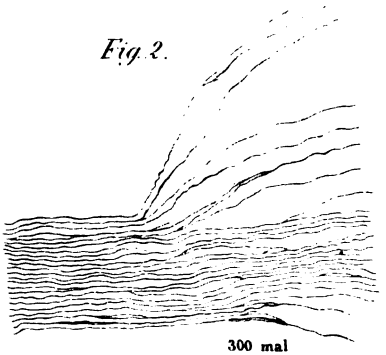



*Fig. 1.*

Lith. Steinicke & Devrient Lpzg.

eine andere[1]), die an Dornblüth[2]) ihren Vertheidiger fand. Darnach soll die Hornhaut aus zahlreichen Schichten structurloser Lamellen bestehen.

Andererseits hat man aber, seit Reichert sein Continuitätsgesetz aufgestellt und Virchow die Identitäts-Erklärung von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen vollzogen hat, auch das Hornhautgewebe der sogenannten Bindesubstanzgruppe einverleibt.

Man betrachtet dabei den chondringebenden Antheil der *Substantia propria corneae* als structurlose Intercellularsubstanz zwischen den von Toynbee entdeckten und von Virchow unabhängig wieder gefundenen Corneakörperchen.

Die Bündel der früheren Autoren werden für Streifen von Intercellularsubstanz, getrennt von einander durch die heterogenen Einlagerungen, die Fasern für Kunstproducte erklärt.

Strube hat den Bau der Hornhaut also dargestellt[3]).

Leydig bekennt sich zur selben Lehre[4]).

In der Abhandlung von Hiss[5]), der eingehendsten unter allen, ist durch die mit facultativer Spaltbarkeit begabten Hornhautlamellen eine Annäherung an die ältere Lehre versucht.

Endlich muss ich noch anführen, dass vor Kurzem Classen[6]) eine Kritik der verschiedenen Ansichten über den Hornhautbau zum Vorwurf seiner Rostocker Habilitationsschrift gemacht hat, in welcher er Gelegenheit nimmt, der alten Lehre von der Faserigkeit der *Subst. propr. corn.* das Wort zu reden.

Was ich so eben aus der Literaturgeschichte kurz angemerkt

---

[1]) Canstatt's Jahresbericht für 1852, p. 26 und 27, I. Bd.

[2]) Henle und Pfeiffer's Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F., Bd. VII. und VIII, p. 212 und 156.

[3]) Der normale Bau der Hornhaut und die pathol. Abweichungen in demselben. Diss. inaug. Würzburg 1851.

[4]) Histologie des Menschen und der Thiere, p. 221 und 230.

[5]) Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea. Basel 1856, p. 12 u. s. f.

[6]) Über die Histologie der Hornhaut. Rostock 1858, p. 25.

habe, weist genügend auf die Thatsache hin, dass die Ansichten über die *Subst. propr. corn.* ähnliche Wandlungen erlitten haben wie die Ansichten über das Bindegewebe.

Da ich aber die letzteren nicht resultatlos auf die Probe einer methodischen Untersuchung des bezüglichen Objects gestellt hatte, so war es naheliegend, mit den ersteren ein Gleiches zu thun.

In meiner Abhandlung[1]) über das Bindegewebe wurde angegeben, dass man sich von der Faserigkeit des im fertig gebildeten Organismus vorhandenen Bindegewebes am besten überzeugen könne, wenn man es auflockert durch Extraction eines in dasselbe eingelagerten löslichen Körpers, welcher die Xanthoproteinsäure-Reaction giebt[2]).

Was ausser den schon in der Einleitung angeführten Momenten noch ganz besonders dazu bestimmen konnte, die Hornhaut einer ganz ähnlichen Prüfung zu unterwerfen wie das Bindegewebe war, dass man durch die einfache, instrumentale Präparation der *Subst. propr. corn.* stets auf faserige Elemente geführt wird, die ihres constanten Erscheinens halber wenigstens eben so gut für die natürlichen Ergebnisse der Zergliederung, als für durch eine Zerspaltung der Hornhautsub-

---

[1]) Sitzungsber. der kais. Akademie zu Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. XXX, Nr. 13, p. 37.

[2]) Seither ist mir eine Abhandlung von Payen (Über die Zusammensetzung des Leders. Erdmann's Journal für prakt. Chemie, Bd. LXXI, p. 341) bekannt geworden. Aus dieser will ich Einiges hier citiren, weil die darin ausgesprochenen Ansichten so gut mit den von mir auf andrem Wege gewonnenen Erfahrungen übereinstimmen. Es heisst dort: „Die Rindshaut enthält dichte widerstehende Theile und Theile von geringerem Zusammenhange und anderen Eigenschaften"; ferner: „Durch längeres Gerben werden die weniger dichten Theile der Haut allmälig gelöst, wodurch die relative Menge der fibrösen widerstehenden Theile sich vergrössert, wobei das Leder eine zugleich weichere, minder brüchige und zähere Beschaffenheit erhält." Weiterhin spricht Payen die Ansicht aus, dass die in den verschiedenen Gerbemethoden angewendeten Agentien die weniger dichten Theile der Haut ihrer leichten Veränderlichkeit halber angreifen, sich mit ihnen verbinden und dieselben theilweise auflösen werden, dass man durch Ausziehen des zersetzbaren Theiles der Haut ein schwammiges und geschmeidiges Leder erhält, während dasselbe dichter aber brüchig wird, wenn man geringere Mengen jenes zersetzbaren Theiles auszieht. Er weist ferner darauf hin, dass sich aus der von ihm angeführten Constitution der Haut leicht erklären lasse, wie in den direct getrockneten, oder in den mittels der einfachen Operation der Pergamentbereitung zugerichteten Häuten die schwach zusammenhängende Substanz ein Adhäriren aller Theile unter sich bewirkt, die Dicke vermindert und die erforderliche Starrheit dieser Producte hervorbringt.

stanz erzeugte Kunstprodukte erklärt werden können; ferner dass im Parenchyme der Hornhaut Eiweisskörper vorfindlich sind, die von Funke[1]), nachdem er sie durch Auslaugen fein zerschnittener Hornhäute gewonnen hatte, sogar chemisch näher bestimmt wurden, dass endlich diese Eiweisskörper nicht etwa nur auf die Corneakörperchen beschränkt sind, sondern wirklich die ganze Substanz durchtränken und Veranlassung geben, dass diese letztere, mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt, sich durch und durch gelb färbt.

Zur Auflockerung des Bindegewebes bediente ich mich des Kalk- und Barytwassers, weil diese Flüssigkeiten den im Bindegewebe vorhandenen Eiweisskörper ausziehen, ohne sogleich auch verändernd auf die leimgebende Substanz des Bindegewebes einzuwirken.

Für die Untersuchung der Hornhaut konnte ich mich dieser Flüssigkeiten nicht bedienen, denn sowohl das Kalkwasser, in welchem man Bindegewebe viele Monate lang unverändert bewahren kann, als noch vielmehr das Barytwasser, welches auch das Bindegewebe schon nach tagelangem Einwirken in höherem Grade verändert, greifen alsbald die chondringebenden Bestandtheile der *Subst. propr. corn.* an, wie ja auch das destillirte Wasser, welches das Bindegewebe nahezu unverändert lässt, in kürzester Frist ein beträchtliches Anschwellen der Hornhaut zu Stande bringt.

Ich lernte aber eine andere Methode kennen, welche für die Untersuchung des Bindegewebes und der Hornhaut gleich tauglich ist.

Sie besteht in der Behandlung jener Texturen mit übermangansaurem Kali. Dasselbe zerfällt unter dem Einflusse reducirender Substanzen bekanntlich nach der Formel:

$$Mn_2O_7KO = 2MnO_2 + 3O + KO.$$

Béchamp[2]) benützte es vor einiger Zeit speciell zur allmälichen Oxydation histogenetischer Substanzen.

Es schien mir wahrscheinlich, dass an Bindegewebmassen, welche man jenem zersetzenden Einflusse unterwerfen würde, zunächst der

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie, 2. Auflage 1858, Bd. II, p. 160.

[2]) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. C, p. 247.

Zusammenhang der resistenteren leimgebenden Elemente aufgelockert werden dürfte.

Meine Voraussetzung bestätigte sich für das Bindegewebe, und diesem ganz ähnlich verhält sich auch die *Subst. propr. corn.*

Frische Hornhäute des Ochsen wurden etwa in 2 Linien breite Streifen zerschnitten und in einem Becherglase mit einer Lösung von übermangansaurem Kali, die zur Hälfte aus concentrirter Solution, zur Hälfte aus destillirtem Wasser bestand, übergossen.

Die jedesmal benützte Quantität jener Lösung wurde nach Gutdünken bemessen, aber nie mehr als etwa 2 Unzen zu einmaliger Übergiessung verwendet.

Man ist dadurch in den Stand gesetzt, den Oxydationsprocess rechtzeitig zu unterbrechen, und verhindert, dass die über den Hornhautstücken stehende Flüssigkeit zu stark alkalisch werde.

Die zuerst aufgegossene Flüssigkeit entfärbt sich sehr rasch und die Hornhautstücke werden auch alsbald in ihren oberflächlichsten Lagen dunkel gefärbt.

Hat sich die Flüssigkeit völlig entfärbt, so giesst man sie ab, wäscht die Hornhautstücke, um einen Theil des gebildeten Alkali zu entfernen, mit destillirtem Wasser, und übergiesst sie hierauf wieder mit einer Quantität übermangansauren Kali; wird auch dieses nach einiger Zeit entfärbt, so verfährt man wie früher und wiederholt die ganze Procedur so lange, bis eine neu aufgegossene Quantität des zersetzbaren Salzes auch nach mehrstündigem Stehen nicht mehr weiter entfärbt wird und die verwendeten Sehnenstücke durch und durch braun gefärbt sind.

Dieser letzterwähnte Zeitpunkt tritt in verschiedenen Versuchen bald früher bald später ein.

Man wäscht schliesslich die Hornhautstücke wieder mit destillirtem Wasser aus, und kann nun, indem man quadratische Stückchen aus denselben schneidet, diese letzteren in einem Reagenzgläschen durch Hin- und Herschütteln also aus einander waschen, dass sie ein lockeres, filziges Ansehn annehmen. Nach und nach erscheint die ganze Oberfläche von theils kürzeren, theils längeren, in der umgeben-

den Flüssigkeit flottirenden Fasern besetzt, die nach fortgesetztem Schütteln meist einzeln von derselben abfallen.

Unter das einfache Mikroskop gebracht, nimmt sich das aufgelockerte Hornhautstückchen aus wie ein Haufen innig verflochtener Bänder, welche sich theils mit der breiten, theils mit der schmalen Seite dem Blicke präsentiren und an deren einem oder anderem man eine der Fläche des Bandes parallel laufende schwache Längsstreifung wahrnimmt.

Wenn man etwa 2 Zoll lange Sehnenstücke der Länge nach in zwei Hälften theilt, nur um die an denselben vorhandene circuläre Schichte zu durchtrennen und auch die inneren Sehnenbündel der chemischen Einwirkung zugänglicher zu machen, und nun jene Sehnentheile mit übermangansaurem Kali in der obigen Weise behandelt, so erhält man schliesslich beim Auseinanderwaschen derselben theils grössere, theils kleinere Partien, welche sich auf den ersten Blick als Längsabtheilungen der benützten Sehnenstücke zu erkennen geben.

Unter dem Mikroskope nehmen sie sich als mehr oder minder breite, braun gefärbte, mit blassen Contouren und einer schwachen Längsstreifung versehene Massen aus, in welchen man, so wie in etwas wenig aufgequollenem Bindegewebe überhaupt die heterogenen Elemente jenes Gewebes in regelmässiger Vertheilung antrifft.

Ganz ähnliche Charaktere bieten auch die durch Zerfällung der Hornhaut erhaltenen Bänder bei der Besichtigung mit dem Compositum. —

In den Zustand mässiger Schwellung wurden aber die bezüglichen Gewebsantheile nur versetzt, weil sie sich einige Zeit lang in der durch die Zersetzung des übermangansauren Kali entstandenen alkalischen Flüssigkeit befanden.

Legt man die mit übermangansaurem Kali behandelten Sehnenstücke in eine sehr schwache Tanninlösung, die man, wenn sie unwirksam geworden ist, durch eine neue, eben so schwache nach und nach ersetzen kann, so verändert sich alsbald ihr Aussehn.

Wenn nämlich die leimgebenden Elemente Zeit haben, wieder zu verschrumpfen, d. h. eher von dem ihnen anhaftenden Alkali befreit

werden, als sie sich mit Gerbstoff sättigen, so sieht man alsbald, dass die durch das Auseinanderwaschen einer Sehne erhaltenen Abtheilungen aus einer grösseren oder geringeren Menge deutlich isolirbarer Fasern zusammengesetzt sind.

Die bandförmigen Hornhautabtheilungen, welche man nach der Behandlung mit übermangansaurem Kali gewinnt, verhalten sich dem Bindegewebe ganz ähnlich.

Die Längsstreifung auf der breiten Seite jener Bänder wird deutlicher. Die Streifen liegen im Allgemeinen in bestimmten Abständen neben einander, machen aber unregelmässige, rasch auf einander folgende Ausbeugungen, welche sich in dem neben einander liegenden Streifen nicht immer genau entsprechen. Die Längsstreifung lässt sich bei veränderter Einstellung des Mikroskopes durch die ganze Dicke eines jener bandartigen Gebilde verfolgen.

Den Streifen entsprechend stellen sich an manchen jener Gebilde Theilungen ein, aus welchen entweder die Isolirung eines zwischen zwei der genannten Längsstreifen liegenden Theiles, oder eines aus mehreren solchen Theilen bestehenden Abschnittes resultirt. Die durch einen solchen Zerfall gewonnenen einfachsten Formen stellen platte Fasern dar. Diese lagern sich, indem sie mit ihrer breiten Seite an einander grenzen, in solcher Anzahl zusammen, dass daraus jene oben beschriebenen bandartigen Bündel zusammengesetzt werden.

Im Vergleiche mit der Wirkung des Kalk- und Barytwassers hat die oben beschriebene Methode nur einen Nachtheil. Es existirt nämlich ein Stadium, in welchem die Formelemente der untersuchten Texturen etwas anquellen und sich alsdann nicht deutlich unter dem Mikroskope wahrnehmen lassen.

Dieses Stadium kann man aber umgehen, wenn man die durch Zersetzung des übermangansauren Salzes eintretende Alkalescenz der angewendeten Flüssigkeit verhindert.

Durch zeitweiliges Hinzutropfen einer Säure gelingt dies jedoch nicht, man ist dadurch nicht im Stande, die Flüssigkeit immer genau neutral zu erhalten, und gegen verdünnte Säuren sind die Elemente

des Bindegewebes und der *Subst. propr. corn.* eben so empfindlich wie gegen verdünnte Alkalien.

Um zu dem gewünschten Resultate zu gelangen, verwendete ich eine Mischung von übermangansaurem Kali mit Alaun, welcher letztere trotz seiner Eigenschaft blaues Lakmuspapier zu röthen, bekanntlich die histologische Constitution des Bindegewebes conservirt. Die Lösungen der zwei genannten Substanzen sind ohne Zersetzung mit einander mischbar[1]), nur wenn das übermangansaure Kali freies Alkali enthält, entsteht gleich beim Zusammenmischen der Lösungen ein Niederschlag, welcher abfiltrirt und gewaschen sich weiss ausnimmt und als Thonerdehydrat erweist.

Bei weiterem Alaunzusatze entsteht nun kein neuer Niederschlag mehr. Man setze, um die für die Behandlung des Bindegewebes oder der *Substantia propria corneae* zu benützende Flüssigkeit zu erhalten, der Lösung von übermangansaurem Kali jedesmal so viel einer concentrirten Alaunlösung zu, als eben hinreicht, um ein in die Mischung getauchtes blaues Lakmuspapier deutlich roth zu färben. Wie früher in der Lösung des übermangansauren Salzes lege man nun in diese Mischung Sehnenstücke oder Hornhautstücke ein und behandle dieselben so lange damit, bis sie sich durch und durch braun gefärbt haben.

Die Zersetzung des übermangansauren Salzes erfolgt in dieser Mischung etwas langsamer, und während die Flüssigkeit sich entfärbt, scheidet sich ein Gemenge von Manganhyperoxyd und Thonerdehydrat aus; sie wird aber, wenn man Alaun in hinreichender Menge zugesetzt hat, niemals alkalisch.

Die mit dieser Flüssigkeit behandelten Texturen bewahren ihr mikroskopisches Ansehn vollkommen; es wird aber der Zusammenhang der Texturelemente aufgelockert, so dass sich dieselben in ausgedehntem Maasse isoliren lassen. Der an denselben haftende fein vertheilte Braunstein stört eben seiner feinen Vertheilung halber die mikroskopische Durchforschung der betreffenden Objecte nicht im Ge-

---

[1]) Frommherz: Ueber die Mangansäure; Schweigger's Journal für Chemie und Physik, Bd. XLI. Halle 1824, p. 280.

ringsten und bringt vielmehr für die Untersuchung der zarten, und im frischen Zustande nur bei schwachem Lichtzutritte deutlich sichtbaren Hornhautfasern denselben Nutzen, wie z. B. eine Färbung derselben mit Jodtinctur.

Die mit übermangansaurem Kali behandelten Sehnen oder Hornhautstücke geben, mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt, keine Xanthopsoteinsäure-Reaction.

Donders[1]) giebt an, dass gut ausgewaschenes und ausgezogenes Bindegewebe mit Salpetersäure gekocht und darauf mit Ammoniak behandelt, sich entweder gar nicht gelb färbt oder doch wenigstens nur einen Stich in's Gelbliche zeigt.

Paulsen[2]) behauptet dagegen, dass alles Bindegewebe nach der Behandlung mit Salpetersäure und Ammoniak sich deutlich gelb färbt.

Für die Beurtheilung dieses scheinbaren Widerspruches kann Folgendes dienen: Wenn man ein Stück einer frischen Sehne oder der ihres Epithels und der Descemet'schen Membran beraubten Hornhaut in einer Eprouvette mit Salpetersäure verkocht und nach dem Erkalten zur Flüssigkeit Ammoniak hinzugiesst, bekommt man eine deutlich gelbe Färbung derselben.

Wendet man dagegen dieselben Portionen von ausgewässerten Sehnen- oder Hornhäuten an, so ist die nach der Einwirkung von Salpetersäure und Ammoniak hervortretende Färbung um Vieles weniger intensiv.

Nimmt man endlich Sehnen- oder Hornhautstücke, welche mit übermangansaurem Kali bis zur durchgehenden Bräunung behandelt wurden, so erhält man keine Spur der Xanthoproteinsäure-Reaction.

Die in die Eprouvette gebrachten braunen Stücke zerstieben während des Kochens mit Salpetersäure anfangs zu einer, die Flüssigkeit braun färbenden Wolke, die aber, kaum entstanden, wieder vergeht; nun erscheint die Flüssigkeit vollkommen farblos und auch ein Zu-

---

[1]) Holländische Beiträge von v. Deen, Donders und Moleschott. Düsseldorf und Utrecht 1848, Bd. I, p. 67.

[2]) *Observat. microchemica.* Mitav. 1849.

satz von Ammoniak bringt keine Farbenveränderung an derselben hervor.

Durch den Zusatz jenes Alkali entsteht zugleich in der Flüssigkeit ein Niederschlag von Manganoxydul, welches sich während des Kochens mit Salpetersäure gebildet hat.

Die Anwesenheit der Oxydationsstufen des Mangans hindert das Hervortreten der gelben Farbe nicht, denn wenn man zu einer Portion gebräunter Hornhaut- oder Sehnenstücke auch nur ein kleines Flöckchen einer frischen Sehne oder Hornhaut zusetzt, nun mit Salpetersäure kocht, und nach dem Erkalten Ammoniak zusetzt, tritt eine deutlich wahrnehmbare gelbe Färbung in der Flüssigkeit hervor.

Indem ich auf die oben beschriebenen Texturelemente der Hornhaut zurückkomme, muss ich Einiges über deren Anordnung in den verschiedenen Schichten der *Substantia propria corneae* mittheilen.

Die platten Bündel der *Subst. propr. corn.* verlaufen in dem mittleren und hinteren Theile der Hornhaut, unter verschiedenen Winkeln sich kreuzend, der Oberfläche der Hornhaut parallel und es lässt sich dieser Theil der *Subst. propr. corn.* am besten mit einem „geschichteten Mattenwerk," wie Brücke sagt, vergleichen.

Unmittelbar unter dem Epithelium aber, in jener Schichte, welche Bowman *Lamina elastica anterior* genannt hat, verlaufen jene Faserbündel in geneigter Lage zur Oberfläche empor und kehren ebenso von derselben wieder zurück, während dieses Verlaufes biegen sie sich vielmal um einander, und bringen durch ihre innige Verflechtung die dichte Lage der *Subst. propr. corn.* unter dem Hornhautepithelium zu Stande. Man kann sich an den nach den obigen Methoden behandelten Hornhäuten zugleich auf das entschiedenste überzeugen, dass die sogenannte *Lamina elastica anterior* durchaus kein Analogon der Descemet'schen Membran darstellt; die letztere behält in allen Fällen ihr vollkommen structurloses Ansehen, ihre elastische Einrollbarkeit, ihren splittrigen Bruch bei, und lässt sich ferner von der unter ihr liegenden Schichte der *Subst. propr. corn.* vollkommen isoliren; Eigenschaften, welche sammt und sonders der dichten Lage der *Subst. propr. corn.* unterhalb des äusseren Epithelium abgehen. Alles was ich bisher über die Horn-

haut des Ochsen angegeben habe, gilt in gleicher Weise für die Hornhaut des Menschen. Es zeigte ferner die *Subst. propr. corn.* beim Hund, beim Schaf, beim Kaninchen und Meerschweinchen dasselbe Gefüge wie beim Rind. Ebenso fand ich es bei *rana esculenta*, bei *bufo cinereus*, bei *lacerta viridis* und *natrix torquata*, ferner beim Karpfen, bei der Forelle, beim Hechte. Die Hornhaut der Vögel verhält sich aber wesentlich anders, indem die *Subst. propr. corn.* derselben aus innig durchflochtenen Fasern besteht, welche sich mit grosser Leichtigkeit von einander isoliren lassen. Dieselben sind schmal, glatt, unverzweigt, und nur in geringem Grade platt gedrückt; sie unterscheiden sich durch diese ihre Form ebenso wie durch die Art ihrer Zusammenlagerung von den Hornhautelementen der übrigen Thiere. Bei der Gans schwankt der Durchmesser der Hornhautfasern zwischen 0,0037 und 0,0050 Milimeter.

Untersucht wurden noch die Hornhaut von der Ente, vom Raben, vom Huhn, vom Sperling und von der Taube.

Die vergleichend-histologisch interessante Ausnahmsstellung der Vögel veranlasste mich, die Hornhaut dieser Thiere besonders genau am Scheitel, und nahe dem Cornealrande, und jedesmal in ihrer ganzen Dicke vergleichsweise zu untersuchen, um mich gegen eine etwaige Verwechslung des Hornhautgewebes mit Bindegewebe zu versichern, denn es war durch die Untersuchungen Brücke's[1]) über das Vogelauge bekannt geworden, dass vom Cornealrande her eine lockere, bindegewebartige Faserschichte eine Strecke weit zwischen die in den vorderen Rand des Knochenringes übergehende äussere Hornhautlage und die mit dem Crampton'schen Muskel in Verbindung stehende innere Hornhautlage eindringt.

Allein ich fand in allen Theilen der Hornhaut die oben beschriebenen wohl charakterisirten Fasern, aber nirgends Gebilde, welche den platten Faserbündeln der übrigen Thiere vergleichbar gewesen wären.

In der vorliegenden Abhandlung habe ich mich nur mit der Faser-

---

[1]) Müller's Archiv 1846, p. 371.

substanz der Hornhaut beschäftigt; dem was über die Toynbee-Virchow'schen Hornhautkörperchen schon geschrieben wurde, habe ich nichts Positives hinzuzufügen.

Nur muss ich angeben, dass in demselben Maasse, als man in irgend einem Objecte die Fasern der *Subst. propr. corn.* deutlicher sieht, die deutliche Wahrnehmbarkeit der Hornhautkörperchen abnimmt. An der Oberfläche der mit übermangansaurem Kali und Alaun isolirten Hornhautbündel sieht man nur Gebilde aufsitzen, welche sich mit getrennt liegenden Kernen vergleichen lassen. Man mag übrigens über die Toynbee-Virchow'schen Hornhautkörper und die Fasersubstanz der Hornhaut, so wie über ihr Verhältniss zu einander, was immer für eine Vorstellung haben, sicher und gewiss bleibt es, und in gleichem Maasse auch für das Bindegewebe geltend, dass man die einmal vorhandene Constitution der chondringebenden und beziehungsweise leimgebenden Substanz, ihre Zusammensetzung aus bestimmt geformten und in ein und derselben Textur an Form und Ausdehnung unter einander ähnlichen Elementen als charakteristisches Merkmal in die Beschreibung jener Texturen eben so gut aufnehmen muss, als die Angabe, dass ausser diesen Elementen auch noch andere, von ihnen verschiedene, regelmässig vertheilt in dem bezüglichen Gewebe vorkommen.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aus einander gewaschenes Hornhautstückchen aus einer mit $Mn_2O_7KO$ behandelten Hornhaut des Ochsen, 20mal vergrössert.

„ 2. Hornhautbündel vom Ochsen, mit $Mn_2O_7KO$ und dann mit Gerbsäure behandelt.

„ 3. Zwei Hornhautbündel in gekreuzter Richtung über einander liegend, aus einer mit $Mn_2O_7KO$ und Alaun behandelten Hornhaut des Ochsen.

„ 4. Fasern aus der Hornhaut des Raben. Die drei letzten Figuren 300mal vergrössert gezeichnet.

# VI.

## Untersuchungen über die physiologische Wirkung des Kakodyloxydes und der Kakodylsäure.

Von Prof. Dr. C. Schmidt und Dr. O. Chomse in Dorpat.

### Erster Theil.

#### Geschichtliches und Darstellung.

Durch die nachfolgenden Untersuchungen beabsichtigen wir Einiges zur Kenntniss des Verhaltens der metallhaltigen organischen Radikale, deren erster und gewiss interessantester Repräsentant das Kakodyl ist, im Organismus beizutragen. Alles in dieser Beziehung Bekannte besteht nur in den kurzen Notizen, die sich zerstreut in den Abhandlungen Bunsen's finden[1]).

Die in diesen Untersuchungen mitgetheilten Beobachtungen über die Wirkung des Kakodyloxyds und der Kakodylsäure sind, was zunächst das Kakodyloxyd betrifft, folgende: „der Geruch dieser Substanz ist im höchsten Grade widrig und erinnert an den des Arsenwasserstoffs. Schon in kleinen Mengen reizt er auf's heftigste zu Thränen und bringt einen fast unerträglichen, sehr lange anhaltenden Reiz auf die Schleimhaut der Nase hervor. Wenn man sich den Dämpfen längere Zeit aussetzt, so bewirken sie Uebelkeit und Brustbeklemmung. — In kleinen Mengen (unter Wasser) auf die Haut gebracht, bewirkt das Alkarsin ein heftiges Jucken. Der Geschmack ist dem Geruche ähnlich und innerlich wirkt es als ein heftiges Gift." (Pogg. Ann. XL, p. 224.).

---

[1]) Pogg., Annal. XL, p. 219. — XLII, p. 145. — Ann. Pharm. XXXVII, p. 1. — XLII, p. 14. — XLVI, p. 1. —

„Die geringste Menge dieser Substanz entzündet sich fast momentan an der Luft und bewirkt dabei, mit Theilen des Körpers in Berührung gebracht, Brandwunden, die äusserst gefährlich sind, indem das Alkarsin noch heftiger wirkt, als die arsenige Säure, wovon ich mich durch Versuche an Thieren überzeugt habe." (Pogg. Ann. 42, 146.)

„Das Einathmen des fast unerträglichen arsenikalischen Geruches ist ohne bleibenden Nachtheil." (Pogg. Ann. XLII, p. 147.)

Ueber das Verhalten der Kakodylsäure finden wir folgende Angaben:

„Die Kristalle sind vollkommen geruchlos und zeigen einen kaum bemerkbaren Geschmack. Obgleich es mehr als 78% (58%?) As. und Sauerstoff in demselben relativen Verhältnisse enthält, wie sie in der Arseniksäure vorhanden sind, zeigt es dessen ungeachtet gar keine oder doch nur höchst unbedeutend giftige Eigenschaften. Frösche, denen kleine Mengen dieser Substanz selbst bis zu 1 Gr. beigebracht waren, blieben mehrere Tage gesund und starben erst längere Zeit darauf." (Pogg. Ann. XLII, p. 140.)

Ferner: Angaben über an Thieren mit Kakodylsäure angestellte Versuche (von wem? ist nicht näher angegeben), finden sich in Gmelin, Handb. der Chem. Bd. V. S. 61, wo es heisst:

„6 Gr. in den Magen, oder 7 Gr. in die Jugularvene, oder 4 Gr. in die Lungen (!) eines Kaninchens gespritzt, bewirken nicht das geringste Unwohlsein."

Ferner findet sich folgende Angabe von Bunsen in den Ann. de Chim. & Phys, (III. Série, Tome VIII. p. 358.)

„8 Grammes (soll wohl heissen Gran) *dissous dans l'eau et injectés dans la veine jugulaire d'un lapin, ne produisirent pas la mort, ni même aucun symptome d' impoisonnement.*".

Aus älterer Zeit finden wir in den Untersuchungen von Thénard[1]) über die Constitution des *Liq. fumans Cadeti* nur eine kurze Bemerkung über die Einwirkung der Kakodyldämpfe auf ihn. Er sagt: „*J'etais dans le même état que si j'avais pris une forte médecine et quelque-*

[1]) Ann. Chim. LII, p. 54.

*fois j'éprouvais des étourdissements, contre lesquels j'employai avec succès l'hydrogène sulfuré, dissous dans l'eau.*"

Auch Dumas[1]) sagt, dass die Kakodyldämpfe auf ihn als ein wahres Gift gewirkt haben. —

Alle in neuerer Zeit über die Kakodylverbindungen veröffentlichten Untersuchungen, wie die von Dumas, Laurent, Gerhard, behandeln nur rein chemische Controversen. Geht es aus dem oben Mitgetheilten, namentlich was die Kakodylsäure betrifft, zur Genüge hervor, dass ihr Arsengehalt von keinem Einflusse auf ihre Wirkung ist, dass das Arsen vielmehr in dieser Verbindung, entsprechend der Theorie der gepaarten organischen Radikale, im Organismus eben so seine charakteristisch toxischen Eigenschaften eingebüsst hat, wie es seine charakteristisch chemischen Eigenschaften verloren hat; liess sich auch *a priori* annehmen, dass dasselbe für das Kakodyloxyd gleiche Geltung haben werde, dass dieses ebenso nur gemäss seiner Eigenschaften als niedrigere Sauerstoffverbindung desselben Radikals, das im Organismus nur durch seine vehemente Oxydirbarkeit eine schädliche Wirkung ausübt, nicht aber durch seinen Arsengehalt, so fehlte doch der experimentelle Beweis für diese Annahmen. — Einen solchen Beweis durch Untersuchung der Ausscheidungsformen der von uns aus der Reihe der Kakodylverbindungen gewählten beiden Sauerstoffverbindungen zu liefern war der Hauptzweck der folgenden Untersuchungen.

Bevor wir mit der Mittheilung der angestellten Experimente beginnen, sei es uns erlaubt, in möglichster Kürze die Art und Weise anzugeben, auf welche die zu untersuchenden Substanzen dargestellt wurden, da bei der Darstellung ein in manchen Beziehungen anderer Weg eingeschlagen wurde, als der von Bunsen empfohlene, theils um die Darstellung an sich weniger lästig zu machen, theils, namentlich was das Kakodyloxyd betrifft, um über dasselbe in der Weise verfügen zu können, wie es die beabsichtigten Versuche erheischten.

Die Darstellung des Kakodyloxydes geschah in bekannter Weise

---

[1]) Nouv. Ann. Phys. & Chim. VIII, p. 362.

durch trockene Destillation von gleichen Theilen arseniger Säure und essigsauren Kali's. — Das innige Gemenge beider dieser Substanzen wurde in eine ziemlich geräumige weithalsige Retorte (s. Fig. I. a.) gebracht, in deren Hals das weite Glasrohr eines Liebig'schen Kühlapparates *(b)* luftdicht eingefügt wurde. Das andere Ende dieses Apparates endete durch einen gut schliessenden Kork in einer mit einer kleinen Quantität destillirten Wassers gefüllten, doppelt tubulirten Kugelvorlage (*c*). Der zweite Tubulus dieser Vorlage war durch einen doppelt durchbohrten Kork verschlossen. In ein Loch desselben war eine kurze Glasröhre (*d*) eingefügt, die gleich unterhalb des Korkes endete, durch das andere Loch ging ein dünner gläserner Winkelheber (*f*), dessen äusseres Ende in eine Spitze (*g*) ausgezogen und zugeschmolzen war. — Mit der Röhre *d* war durch ein Kautschukrohr der zweite, zur Vorlage geneigte Kühlapparat *e* verbunden, an dessen freiem Ende auf dieselbe Weise eine ziemlich lange Glasröhre *h* angebracht war, die unter den Rost *i* eines kleinen, gut ziehenden Windofens führte. — Die Destillation wurde im Freien auf dem Sandbade vorgenommen. Gleich nach beendeter Destillation wurde an Stelle des Kühlapparates *e* ein Kohlensäureapparat gesetzt. — Der in die Vorlage übergegangene sogenannte *Liquor fumans Cadeti* wurde aus derselben nach dem völligen Erkalten der Destillationsretorte dadurch entfernt, dass der äussere Arm des Glashebers *f*, nachdem seine Spitze abgebrochen war, in eine mit destillirtem Wasser gefüllte Geissler'sche Glashahnburette (Fig. II.) getaucht wurde, in welche, durch Abfliessenlassen des Wassers, der ganze Inhalt der Vorlage überging. — Das so erhaltene rohe Kakodyloxyd wurde in dieser Burette durch mehrmaliges Durchschütteln mit frisch ausgekochtem destillirten Wasser gewaschen; dann mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Kali durchgeschüttelt und endlich in eine tubulirte Retorte, mit einer kleinen Menge jener Lösung behufs der Rectification gebracht. — Der Retorte diente als Vorlage eine zum Theil mit frisch ausgekochtem destillirten Wasser gefüllte Glashahnburette, die gut abgekühlt erhalten wurde. Durch den Tubulus der Retorte wurde vor und gleich nach beendeter Destillation in dieselbe ein, in einer dreihalsigen Woulf'schen

Flasche gewaschener Kohlensäurestrom geleitet. — Die Destillation wurde auf dem Sandbade vorgenommen. Es ging bei derselben das Kakodyloxyd in ölartigen, wasserhellen, farblosen kleinen Tropfen, durch das in der Glashahnburette enthaltene Wasser hindurch und sammelte sich am Ende derselben an. — Zur Aufnahme des so gereinigten Kakodyloxydes waren kleine Glasröhren (Fig. III.) angefertigt worden, die bei *a* in eine zugeschmolzene Spitze endeten, bei *b* zu einem dünnen Halse ausgezogen wurden, über welchem ein kleines Stück *c* von dem ursprünglichen Lumen der Röhre nachgelassen war. Der Inhalt dieser Röhren war durch Ausmessen mit Wasser vorher genau bestimmt. — Diese Röhren wurden ganz mit frisch ausgekochtem destillirten Wasser gefüllt und auf dieselben ein kleiner Glastrichter (Fig. IV. b.) gesetzt, dessen feine Spitze *c* durch den Hals der Glasröhre *d* hindurchging. Nachdem dieser Trichter auch ganz mit destillirtem Wasser gefüllt worden war, wurde in ihr die Spitze der Glashahnburette *a*, die das reine Kakodyloxyd enthielt, eingeführt und bei Oeffnung des Hahns ging das Kakodyloxyd leicht in die Glasröhre über, die, nachdem sie bis auf eine kleine zurückbleibende Wassermenge gefüllt war, an ihrem Halse vor dem Löthrohre zugeschmolzen wurde. Auf solche Weise wurde eine ganze Reihe von Glasröhren mit Kakodyloxyd gefüllt und dann die Röhren in einem Gefässe unter Wasser aufbewahrt[1]). — Das so erhaltene Kakodyloxyd entsprach allen ihm zukommenden Eigenschaften. Es war eine völlig klare, farblose, stark lichtbrechende, dünnölige Flüssigkeit, von höchst unangenehmem Geruche[2]). Sie entzündete sich an der Luft sogleich und verbrannte mit fahler Flamme.

Bei sparsamem Luftzutritte entwickelte es dichte, weisse, stark riechende Dämpfe; mit Wasser mischte es sich nicht; mit Olivenöl bildete es eine vollkommene Emulsion, die an der Luft stark rauchte. Ebenso bildete es mit Eiweiss eine Emulsion, ohne das Eiweiss zu coaguliren oder sonst sichtlich zu verändern. — Beide Emulsionsformen wandten wir bei den Experimenten an. —

---

[1]) S. Anmerk. 1.

[2]) S. Anmerk. 2.

Was die Bereitung der Kakodylsäure anlangt, so wurde sie zum grössten Theil aus der bei der Darstellung des rohen Kakodyloxydes in der Vorlage befindlichen obersten Schicht, dann aus dem Waschwasser des rohen Kakodyloxydes und endlich aus diesem selbst dargestellt, indem Alles zusammen mit feingeschlämmtem Quecksilberoxyde digerirt wurde, wobei unter Reduction desselben sich der vorher starke Kakodylgeruch bald vollständig verlor. Die vom reducirten Quecksilber abfiltrirte braungelbe Flüssigkeit wurde auf dem Dampfbade bis auf $^1/_3$ eingedampft, von dem Quecksilber, das sich wieder ausgeschieden hatte, nochmals abfiltrirt. Das erhaltene mässig nach Kakodyl riechende dunkelbraune Filtrat wurde auf's Dampfbad bis zur beginnenden Krystallisation gestellt, dann mit heissem Alkohol behandelt, nochmals filtrirt und dann wieder bis zur Krystallbildung abgedampft. Als diese eintrat, wurde das die Masse enthaltende Gefäss unter eine Glasglocke neben Schwefelsäure gestellt und der langsamen Krystallisation überlassen. — Die von der Mutterlauge darauf getrennten Krystalle wurden nochmals aus Alkohol umkrystallisirt. Die so erhaltenen Krystalle waren fast $^3/_4$ Zoll lang, säulenförmig, vollkommen farb- und geruchlos und zeigten folgendes chemisches Verhalten:

1) Sie waren in Wasser und Alkohol leicht löslich.

2) Die wässrige Lösung röthete Lackmuspapier deutlich.

3) Schwefelwasserstoff erzeugte in der wässrigen Lösung eine weisse, milchige Trübung, welche durch Kochen nicht verändert wurde.

4) Mit phosphoriger Säure erwärmt zeigte sich in der wässrigen Lösung beim Erwärmen selbst nur undeutlich, beim Erkalten aber ein sehr stark wahrnehmbarer Kakodylgeruch unter gleichzeitiger Entwickelung von dicken (von Kakodyloxyd) weissen Dämpfen.

5) Die wässrige Lösung, mit salpetersaurem Quecksilberoxydul versetzt, gab einen dicken, grauen Niederschlag, der beim Erhitzen schwarz wurde. Die von demselben abfiltrirte Flüssigkeit war warm farblos, beim Erkalten trübte sie sich und setzte einen weissen Niederschlag ab, der sich beim Erwärmen sofort wieder löste. Der Niederschlag erschien unter dem Mikroskope als aus spindelförmigen Nadeln bestehend.

6) Mit Quecksilberchlorid gab die wässrige Lösung einen weissen, krystallinischen Niederschlag von nadelförmigen Krystallen, der sich beim Erhitzen bis zum Sieden nicht wieder auflöste.

7) Die wässrige Lösung mit rothem Quecksilberoxyde gekocht erlitt keine Veränderung, es trat keine Reduction des Quecksilberoxydes ein. Die abfiltrirte Flüssigkeit blieb beim Erkalten klar und wurde durch Schwefelwasserstoff nicht verändert.

8) Die wässrige Lösung, mit Bleioxydhydrat behandelt, gab eine klare Lösung, aus der durch Schwefelwasserstoff Schwefelblei in dicken schwarzen Flocken gefällt wurde. Die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit war klar, wasserhell und gab mit Zinnchlorür zum Sieden erhitzt keine Veränderung.

9) Die wässrige Lösung mit Zinnchlorür versetzt gab eine starke weisse Trübung und beim Erwärmen einen höchst penetranten Geruch (nach Chlorkakodyl).

10) Silbersalpeter gab mit der wässrigen Lösung der Kakodylsäure einen weissen Niederschlag, der beim Erhitzen ohne sich zu lösen bräunlich wurde. Die Flüssigkeit zeigte keinen Geruch. Der Niederschlag wurde durch Ammoniak anfangs vermehrt, löste sich jedoch im Ueberschusse desselben mit bräunlicher Farbe. — Die ammoniakalische Lösung setzte beim Kochen einen Silberspiegel ab, indem die Flüssigkeit farblos und wasserklar wurde. —

11) Die wässrige Lösung mit Salzsäure und Zinkspänen in einen Gasentwickelungsapparat gebracht, dessen Leitungsrohr in eine Silberlösung tauchte, erzeugte in derselben nach kurzer Zeit eine braune, flockige Fällung, hervorgebracht durch die gleichzeitig im Ballon sich entwickelnden weissen dicken schweren Nebel.

12) Mit in Zersetzung begriffener thierischer Substanz zusammen gebracht, entwickelte die Kakodylsäure nach wenigen Tagen einen deutlichen Kakodylgeruch.

13) Barytwasser, Kalkwasser, Chlorcalcium, neutrales essigsaures Bleioxyd erzeugten keine Veränderung in der wässrigen Lösung der Kakodylsäure.

14) Zink und Platin, zur galvanischen Kette geordnet, erzeugten

in der wässrigen Lösung der Kakodylsäure rasch einen deutlichen Kakodylgeruch. —

Aus den angeführten Reactionen und der physikalischen Beschaffenheit der erhaltenen Krystalle geht wohl zur Genüge hervor, dass wir es mit reiner Kakodylsäure zu thun hatten. Zum Nachweis derselben bedienten wir uns der unter 4 und 11 angeführten Reactionen.

---

## Zweiter Theil.

### Experimente.

1. Versuch. Einer jungen Katze, die seit 12 Stunden gehungert hatte, wurden 0,2 Grm. Kakodyloxyd in einer Oelemulsion durch eine elastische Röhre in den Magen gebracht und hierauf die Katze in einen Blechkasten gesetzt, der geeignet eingerichtet war, um die Excrete auffangen zu können. — Anfangs verhielt sich das Thier ruhig, nach 1/4 St. jedoch trat Unruhe ein, die Respiration wurde beschleunigt und es erfolgte nach kurzem Würgen Erbrechen, wodurch nebst einigen wenigen unverdauten Speiseresten der grösste Theil der eingegebenen Emulsion ausgeworfen wurde. Nach dem Erbrechen trat wieder Ruhe ein, doch nach 20 Minuten wiederholte sich das Erbrechen, wodurch schleimig schaumige, nach Kakodyl riechende Massen entleert wurden. 8 Stunden darauf waren an der Katze keine auffallenden krankhaften Erscheinungen bemerkbar, ausser einer ziemlich stark beschleunigten Respiration und einer grossen Mattigkeit. — 5 Stunden später wurde die Katze todt gefunden. Harn und Faeces waren während der ganzen Versuchszeit nicht entleert worden.

4 Uhr Nachmitt. — 4 1/4 Uhr. — 4 U. 35 M. — 12 1/4 Uhr Nachts. — 6 Uhr Morgens.

Sectionsbefund. Die Lungen blass, collabirt. Im rechten Herzventrikel viel dunkles, nicht geronnenes Blut. Die Leber gross und blutreich. Die Gallenblase mit dunkelgrüner Galle stark erfüllt. Milz normal. Der Magen bot alle Zeichen der heftigsten Entzündung mit enormer Exsudatbildung zwischen (und in die) *membrana mucosa* und

*tunica muscularis*, die übrigens selbst intact war. Das Epithel der Magenschleimhaut war in Fetzen abgestossen und hatte hierdurch einen Theil des Exsudats frei in die Magenhöhle treten lassen. Das Duodenum war stark injicirt; die Schleimhaut war an einzelnen Stellen des Epithels beraubt. Im Dünn- und Dickdarm nichts Abnormes; desgleichen in den Nieren und der Harnblase. In letzterer fanden sich nur wenige Tropfen Harns, die zur chemischen Untersuchung nicht ausreichend erschienen.

$10^1/_2$ Uhr Mittags. 2. Versuch. Einer jungen Katze, die seit 24 Stunden gehungert hatte, wurde 1 Grm. Kakodylsäure in Brodpillen eingegeben. — Nach einer halben Stunde trat nach kurzem Würgen Erbrechen ein, wodurch fast alle eingegebenen Pillen nur oberflächlich etwas erweicht, zugleich mit einer bedeutenden Menge eines sauer reagirenden Schleims ausgeworfen wurden. — $^1/_4$ Stunde später wiederholte sich das Erbrechen und dasselbe geschah in den folgenden $^3/_4$ Stund. noch 3 Mal. Die zuletzt erbrochenen Schleimmassen zeigten eine alkalische Reaction. — Dieselbe Reaction zeigten auch die während der hierauf folgenden Stunde 2 Mal durch Erbrechen entleerten Schleimmassen. — 4 Stunden nach dem letzten Erbrechen wurden flüssige Faeces abgesetzt. — Die Katze war während der ganzen Zeit ziemlich munter und nur zuletzt etwas durch das häufige Erbrechen ermattet. Harn war bisher nicht entleert worden.

$11^1/_4$ Uhr. $1^1/_4$-12U. 2—1 Uhr. U. Nachm.

Chem. Untersuchung. In dem $^3/_4$ St. (um $11^1/_4$ Uhr) nach der Eingabe der Kakodylsäure Erbrochenen entwickelte sich nach dem Erhitzen mit $PO_3$ beim Erkalten der Flüssigkeit ein deutlich wahrnehmbarer Kakodylgeruch. — In den $4^1/_2$ St. nach der Eingabe (um 5 Uhr) entleerten flüssigen Faeces liess sich durch dieselbe Reactionsmethode die Kakodylsäure nicht mit Sicherheit nachweisen.

3. Versuch. Einer jungen Katze, die seit 12 Stunden gehungert hatte, wurde 1 Grm. Kakodylsäure in Wasser gelöst durch ein elastisches Rohr in den Magen injicirt. — Nach einer halben Stunde wurden feste Faeces entleert, die nicht weiter untersucht wurden. — $1^3/_4$ St. nach der Eingabe trat Erbrechen ein, das sich nach $^1/_4$ St. wiederholte. Bald darauf wurden auch flüssige Faeces entleert. — $^1/_2$ St. später

$1^3/_4$ Uhr. $3^1/_2$ Uhr. $3^3/_4$ Uhr. $4^1/_4$ Uhr.

wurde Harn entleert und $2^1/_4$ St. hierauf wieder flüssige Faeces. — $6^1/_4$ Uhr. Während der folgenden 12 Stunden war 2 mal Harn entleert worden. — In dem Verhalten der Katze zeigten sich während der ganzen Versuchsdauer keine anderweitig auffallenden Krankheitssymptome, sie frass hernach mit grosser Gier.

Chem. Unters. Die $1^3/_4$ St. (um $3^1/_2$ Uhr) und 2 St. (um $3^3/_4$ Uhr) nach der Eingabe der Kakodylsäure erbrochenen sauer reagirenden Massen wurden auf dem Dampfbade bis zur Trockenheit eingedampft, der Rückstand in Alkohol gelöst, das eingedampfte Filtrat hiervon mit $PO_3$ erhitzt. Es liess die Flüssigkeit beim Erkalten eben so wenig als während des Erhitzens einen Kakodylgeruch wahrnehmen. — Die flüssigen, sauer reagirenden Faeces, die $1^3/_4$ St. (um $3^3/_4$ U.) entleert wurden, wurden mit Alkohol behandelt, das Filtrat auf dem Dampfbade abgedampft, der Rückstand in destillirtem Wasser gelöst und mit $PO_3$ erhitzt. Während des Erhitzens trat keine besondere Veränderung ein, beim Erkalten jedoch trübte sich die anfangs klare bräunliche Lösung und entwickelte dicke, weisse, stark nach Kakodyl riechende Dämpfe. — Der $2^1/_2$ St. (um 4 Uhr) nach der Eingabe entleerte, klare, gelbliche, geruchlose, sauer reagirende Harn liess in gleicher Weise mit $PO_3$ erhitzt einen deutlichen Kakodylgeruch beim Erkalten wahrnehmen. — In den zuletzt entleerten, klaren, geruchlosen, sauer reagirenden Harnportionen trat bei Behandlung mit $PO_3$ die erwähnte Reaction nicht ein. — Die $4^3/_4$ St. nach der Eingabe (um $6^1/_2$ Uhr) entleerten flüssigen Faeces wurden in gleicher Weise wie die frühern mit Alkohol behandelt und eingedampft. — Beim Lösen des Rückstandes in Wasser liessen sie schon für sich, ohne Anwendung von $PO_3$, einen deutlichen Kakodylgeruch wahrnehmen, der nach dem Erwärmen mit $PO_3$ sich nicht vermehrte.

4. Versuch. Die zu dem vorhergehenden Versuche benutzte Katze wurde in einen Kasten, zu dem die Luft nur spärlichen Zutritt hatte, gesetzt. In diesen Kasten wurde Kakodyloxyd, das sich in einem Gefässe unter einer dünnen Wasserschicht befand, gestellt, so dass sich bald der ganze Kasten mit einer stark nach Kakodyl riechenden Atmosphäre füllte. — Die Katze wurde bald sehr unruhig; aus dem

Maule traten grosse Massen schaumigen, zähen Schleimes hervor, die Augen thränten stark; aus der Nase wurde durch häufiges Niesen dicker, zäher Schleim ausgeworfen. Nach einer Stunde war die Katze sehr ermattet, fiel beim Gehen um und miaute mit heiserer, kaum vernehmbarer Stimme. — Sie wurde hierauf aus dem Kasten entfernt und verfiel, augenscheinlich betäubt, sogleich in Schlaf, aus dem sie erst nach $1^1/_2$ Stunde erwachte. Der Gang war noch immer schwankend und nur schwer konnte sie sich aufrecht erhalten. — Damit sich die Veränderungen, die möglicher Weise den vorhergehenden Versuch im Darmkanale hervorgerufen hatte, nicht verwischten und dann, um die Folgen des letzten Versuches zu sehen, wurde das Thier $2^1/_2$ St. nach dem Beginnen dieses Versuches durch Strangulation getödtet.

Sectionsbefund. Lungen collabirt, wenig Blut enthaltend. Sie liessen sich leicht aufblasen, beim Zusammensinken trat aus ihnen ein deutlicher Kakodylgeruch hervor. Der Magen war stark von geruchloser Luft aufgetrieben, sonst normal. Der übrige Darmkanal normal. Die Blase contrahirt; enthielt nur einige Tropfen Harns, die zur chemischen Untersuchung aufgehoben wurden.

Chem. Unters. Die Behandlung des Harns nach der oben erwähnten Methode mit $PO_3$ zeigte keinen Kakodylsäure-Gehalt an.

5.-Versuch. Einem Huhne wurden 0,3 Grm. Kakodyloxyd in
$5^3/_4$ Uhr Nachmitt. einer Eiweissemulsion in den Kropf injicirt. — Nach $^1/_4$ St. wurde aus
6 Uhr. der Kloake eine klare, geruchlose Flüssigkeit entleert. Die Respiration beschleunigte sich allmälig mehr und mehr. 20 Minuten nach der Eingabe trat eine ähnliche Entleerung aus der Kloake ein, wie die vor-
6 Uhr 20′ herige. — Nach wiederum 20 Minuten wurde eine zähe, schleimige,
6 Uhr 40′ stark nach Kakodyl riechende Masse aus der Kloake entleert. Solche Entleerungen folgten in kurzen Intervallen während der folgenden
6 Uhr 40′ bis 7 Uhr 50′ Stunde 11 mal. — Unter dem Mikroskope wurde in allen diesen Entleerungen eine grosse Masse von Cylinderepithel beobachtet. — Gleichzeitig mit der letzten Entleerung aus der Kloake trat aus dem Schnabel eine schäumige emulsionsähnliche, weisse, stark nach Kakodyl
7 Uhr 50′ 8 Uhr 5′ riechende Masse hervor. In der folgenden $^1/_4$ St. traten noch 2 Entleerungen aus der Kloake von obiger Beschaffenheit ein. Die Athemfre-

quenz war bis 140 in 1′ gestiegen. — 10′ nach der letzten Entleerung, 8¼ Uhr.
also 2½ St. nach der Eingabe des Kakodyloxydes starb das Huhn, indem sich gleichzeitig eine Entleerung aus dem Schnabel, die der ersten ähnlich war, einstellte.

Sectionsbefund. In der Luftröhre fand sich eine grosse Masse einer schaumigen, schleimigen Flüssigkeit, die stark nach Kakodyl roch. Die Lungen stark mit Blut erfüllt. — Die Schleimhaut des Oesophagus bis zum Kropf hin mässig injicirt, an einzelnen Stellen hatte sich aber das Epithel abgestossen. — Die Schleimhaut des Kropfes war stark injicirt, gerunzelt, und liess sich wegen des darunter abgelagerten Exsudates leicht abziehen. — Aus demselben Grunde war auch die hornähnliche, stark geschrumpfte Auskleidung des Magens leicht ablösbar. Die Magenmuskeln selbst schienen intact zu sein. — Die Schleimhaut des ganzen Darmkanals war stark geröthet und in ihrer ganzen Ausdehnung fast allen Epithels beraubt. — Sowohl der Inhalt des Kropfes, des Magens, der aus einigen Haferkörnern bestand, als der schleimige, gelbliche Darminhalt roch stark nach Kakodyl.

Chem. Untersuchung. Alle aus der Kloake entleerten Massen wurden zusammen in ein Gefäss gebracht, mit Alkohol extrahirt, filtrirt, und vom Filtrate ein kleiner Theil abdestillirt. Das Destillat trübte sich mässig beim Zusatz von Wasser (Kakodyloxyd?). Der Rückstand in der Destillationsretorte wurde bis zur Trockenheit auf dem Dampfbade eingedampft, die trockene Masse in Wasser gelöst und dann mit $PO_3$ erwärmt. Beim Erkalten trat der Kakodylgeruch deutlich hervor [1]).

6. Versuch. Einer Stute von torpider Constitution, sonst aber normalen physiologischen Functionen (Puls 36, Athem 9.) wurden in die linke Jugularvene 10 Grm. einer Lösung von Kakodylsäure, die 1 Grm. reiner Säure enthielt, injicirt. Bald nach der Injection trat eine Gefässaufreguug ein, die jedoch nur ¼ Stunde anhielt, um dann einen Puls von 32 zu hinterlassen. 5 Stunden nach der Injection liess sich keine Abweichung von dem ursprünglichen physiologischen Verhalten des Thieres bemerken bis auf den Puls, der 32 Schläge behielt. — Be- 10 Uhr.

[1]) Siehe Anm. 3.

hufs der chem. Untersuchung wurde $^1/_2$ Stunde nach der Injection eine Blutentziehung aus der rechten Jugularvene gemacht. Gleich darauf wurde vermittelst Katheters Harn entleert. Eine zweite Harnentleerung
12 Uhr. wurde $2^1/_2$ St. nach der Injection vorgenommen. — Die während 5 St. nach der Injection 2 Mal erfolgten Mistentleerungen zeigten für sich keinen fremdartigen Geruch und wurden daher auch nicht weiter untersucht, zumal sich in der relativ kleinen Menge kein besonderes Resultat von der chem. Untersuchung erwarten liess.

Chem. Untersuchung. Der $^1/_2$ St. nach der Injection (um 10U.) entleerte Harn wurde auf dem Dampfbade bis zur Oeldicke eingedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt, das Filtrat wieder bis zur Oeldicke verdunstet und dann mit Salzsäure und Zinkspänen in einen Ballon mit einem zweimal in rechtem Winkel gebogenen Gasleitungsrohre gebracht, dessen Ende in eine Lösung von Silbersalpeter getaucht wurde. Das entwickelte Gas trübte anfangs die Silberlösung nicht (bei $AsH_3$ wäre es gleich geschehen) — nach wenigen Minuten jedoch begann sich in derselben ein bräunlicher, flockiger Niederschlag zu bilden, während sich der Inhalt des Ballons mit weissen, schwer sich in den Hals desselben erhebenden Nebeln füllte, die allmälig in die Silberlösung eindringend in ihr obige Fällung erzeugten. Die im Ballon sich bildenden Dämpfe zeigten einen penetranten Kakodylgeruch[1]). — Die $2^1/_2$ St. (um 12 Uhr) nach der Injection entleerte Harnportion führte bei derselben Behandlungsweise zu demselben Resultate.

Bei dem $^1/_2$ St. nach der Injection (um 10 Uhr) entzogenen Blute wurde die Untersuchung des Serum und der Placenta getrennt vorgenommen. — Das Serum wurde zuerst mit starkem Alkohol behandelt, vom Niederschlage abfiltrirt, bis zur Oeldicke eingedampft und dann derselben Untersuchungsmethode, wie der Harn, unterworfen. Es trat Fällung in der Silberlösung und der penetrante Kakodylgeruch ein. — Dieselbe Reaction, doch wie es schien noch bedeutend stärker, trat bei derselben Behandlung mit ClH und Zinkspänen beim filtrirten eingedickten Wasserextracte des Blutkuchens ein.

---

[1]) Siehe Anmerk. 4.

7. Versuch. Der zum vorhergehenden Versuche benutzten Stute wurde etwa 24 St. nach demselben 1 Grm. Kakodyloxyd in einer Oelemulsion, die in eine grosse, ausgehöhlte Brodpille eingeschlossen war, in den Oesophagus gebracht, worauf die Pille von dem Thiere bald verschluckt wurde. — Vor der Eingabe zeigte das Thier keine Abweichung vom ursprünglichen physiologischen Verhalten, bald darauf aber traten sehr häufige Kaubewegungen ein, als Zeichen von Uebelkeit. Der Puls wurde frequent und intermittirte. — $^1/_2$ Stunde nach der Eingabe schien der Athem nach Kakodyl zu riechen. Da aber der Geruch auch von den hintern Pharynxpartien herkommen konnte, die möglicher Weise bei der Eingabe mit dem Kakodyloxyde in Berührung gekommen waren, so wurde darauf vorläufig kein besonderes Gewicht gelegt. 2 Stunden nach der Eingabe wurde Blut aus der Jugularvene entleert und gleich darauf auch eine Harnentleerung vorgenommen. — Während der folgenden 24 St. liess sich an dem Thiere kein besonderes bemerkenswerthes Symptom bemerken: es frass und trank gut.

11 Uhr.

11$^1/_2$ Uhr

1 Uhr.

Chem. Untersuch. Sowohl im Harn als im Blute, die 2 Stund. nach der Eingabe des Kakodyloxydes entleert worden waren, konnte nach der oben beschriebenen Methode durch ClH und Zn Kakodyl sicher nachgewiesen werden. — Für sich bot weder Harn noch Blut einen fremdartigen Geruch dar.

8. Versuch. 24 Stunden circa nach dem vorhergehenden Versuche wurde derselben Stute, die bis auf einen etwas gesunkenen Puls (32 statt 36) nichts Krankhaftes wahrnehmen liess, mittelst einer Guttapercha-Röhre, die bis über die Mitte des Oesophagus reichte, 5 Grm. Kakodyloxyd in einer Oelemulsion von einem Gesammtvolumen von 100 CC. in den Oesophagus injicirt, ohne dass etwas von der Emulsion mit der Maulhöhle oder dem Schlundkopfe in Berührung kam. — Schon nach einer halben Stunde, vielleicht auch schon früher, roch die exspirirte Luft nach Kakodyl. — Der Puls wurde allmälig aussetzend, das Thier machte häufige Kaubewegungen. — 2$^1/_4$ St. nach der Eingabe wurde eine Blutentziehung gemacht und gleich darauf auch Harn künstlich entleert. Es wurden von dem Thiere wiederholte, natürlich vergebliche, Brechbewegungen gemacht; das Maul schäumte stark; der

10$^1/_2$ Uhr.

11 Uhr,

12$^3/_4$ Uhr.

½ Uhr. Athem war sehr beschleunigt. — 5 Stunden nach dem Beginn des Ver-
½ Uhr. suches war der Puls bis auf 24 gesunken. Nach einer Stunde hob er sich wieder bis auf 36. Die untere Hälfte der Füsse, der Grund der
¼ Uhr. Ohren fühlten sich kalt an. — 6¼ Stunde nach der Eingabe wurde eine Harnentleerung gemacht. Die dabei zufällig eintretenden Flatus rochen
¼ Uhr. stark nach Kakodyl. Der Puls war jetzt auf 60 Schläge gestiegen. Nach einer Stunde fiel er wieder bis auf 50. — Die Respiration war sehr beschleunigt, der Athem roch deutlich nach Kakodyl; die Schleimhaut des Maules war höher geröthet und sehr warm. Das Thier liess den Kopf tief herabhängen und stemmte ihn gegen die Wand, ein Zeichen von Betäubung. Die Pupillen waren gegen Lichtreiz unempfindlich. Dieser Zustand dauerte 12 Stunden ohne wesentliche Veränderungen an. Es hatte das Thier sich während der Nacht nicht niedergelegt, keine Sauf- und Fresslust gezeigt. Am Morgen des andern Tages liess sich eine auffallende, lähmungsartige Steifheit der hintern Extremitäten bemerken. Das Thier schwankte mit dem hintern Körpertheile beim Gehen; die Füsse und Ohren waren eisig kalt, der Puls = 70, Athem sehr beschleunigt, zeigte noch deutlichen Kakodylgeruch; Zei-
U. Morg.
10½ Uhr. chen von Betäubung deutlich wahrzunehmen. — 3½ Stunde nach dieser Beobachtung trat eine willkührliche Harnentleerung ein, die leider
11 Uhr. nicht aufgefangen werden konnte. — ½ Stunde hierauf wurde das Thier, da es ersichtlich höchstens den Abend erleben konnte und die Section noch am Tage gemacht werden sollte, durch den Nackenstich getödtet.

Sectionsbefund. Nach Eröffnung der Bauchdecken — die Section wurde gleich ¼ Stunde nach dem Tode vorgenommen — befanden sich alle Darmschlingen in der lebhaftesten peristaltischen Bewegung, die selbst noch andauerte, als der ganze, zum Theil schon eröffnete Darm aus dem Körper entfernt war. Der Magen zeigte keine Bewegung. — Vor der Untersuchung des Darmkanals wurde zuerst die Luftröhre am Halse blossgelegt und durchschnitten, alsdann von der Bauchhöhle aus ein Einstich in's Diaphragma gemacht. Die hiernach aus der Luftröhre hervordringende Luft roch stark nach Kakodyl. — Die Schleimhaut des Dickdarms war stark geröthet durch Injection in die

feinern Gefässe. Das Rectum zeigte normale Färbung. — Die Röthung der Schleimhaut des Dickdarms nahm gegen den Dünndarm hin immer mehr zu, und im Dünndarme selbst hatte sich schon Entzündung mit Exsudation ausgebildet. Die Wandungen des Dünn- und Dickdarmes waren auffallend mürbe, so dass sie leicht mit dem Finger aufgeschlitzt werden konnten. Das Epithel des Dünndarms hatte sich an mehreren Stellen in ziemlich grossen Flocken abgestossen. — Der Magen bot alle Zeichen einer enormen Entzündung mit massenhafter Exsudatbildung dar. — Die Schleimhaut war dunkel scharlachroth gefärbt und zeigte an einzelnen Stellen linien- und fleckenförmige, diffuse Ecchymosen. Das Epithel war ganz zerstört. Zwischen, zum Theil auch in, der dadurch verdickten Schleimhaut selbst und der tunica muscularis fand sich eine circa $^3/_4$ Zoll dicke, homogene, gelbliche, gallertartige, durchscheinende Exsudatmasse. — In der *portio cardiaca* und am unteren Ende des Oesophagus fanden sich noch lebende, fest anhaftende Larven des Oestrus equi.[1]) — Sowohl der Magen als der Darm waren mit flüssigen, stark nach Kakodyl riechenden Faeces erfüllt. — Der untere Theil des Oesophagus war stark geröthet, das Epithel zum Theil von der Schleimhaut abgestossen, unter welcher sich eine geringe Menge eines eben solchen Exsudates fand, wie wir es bei dem Magen fanden. Die Muskelhaut des Oesophagus war ebensowenig verdickt als die des Magens. Der obere Theil des Oesophagus, der Pharynx und die Maulhöhle zeigten nichts Bemerkenswerthes. — Die Leber war blutarm, lehmfarbig, mürbe; die Milz normal; die Nieren blutreich; das Nierenbecken etwas injicirt; die Blase contrahirt; die in ihr vorgefundene geringe, trübe, nicht fremdartig riechende Harnmenge wurde zur Untersuchung aufgehoben. Im Uterus fand sich ein Foetus, der gleich nach der Tödtung der Stute noch zu leben schien. Der liq. amnii und allantoidis wurde getrennt zur Untersuchung aufgehoben. Beide Flüssigkeiten zeigten einen geringen Kakodylgeruch. — In den Lungen liess sich ausser einer leichten Röthung der Bronchialschleimhaut, nichts Abnormes wahrnehmen. Bei Eröffnung des Schädels

[1]) S. Anmerkung 5.

trat aus demselbem ein starker Kakodylgeruch hervor. — Die Blutleiter der harten Hirnhaut, sowie auch die feinen Gefässe derselben waren mit dickem, schwarzem Blute stark erfüllt. Die Gefässe der Pia mater zeigten ebenfalls starke Injection. Das Hirnmark hatte normal Consistenz und Farbe. In den Ventrikeln war keine über die Norm hinausgehende Menge Flüssigkeit enthalten.

Chemische Untersuchung. Sowohl in den Harnportionen, welche während des Lebens des Thieres entleert worden waren, als in der bei der Section in der Blase vorgefundenen Portion liess sich durch die oft erwähnte Methode mit ClH und Zn deutlich Kakodylsäure nachweisen. An sich hatte der Harn keinen fremdartigen Geruch. — In dem wässerigen Extracte des Blutes liess sich in gleicher Weise Kakodylsäure nachweisen. Bei Untersuchungen des liq. amnii und allantoidis nach derselben Methode konnten wir nur einen sehr schwachen Kakodylgeruch bemerken.

9. Versuch. Einer Stute, deren physiologische Functionen nur insoweit von der Norm abwichen, als die Athemfrequenz = 20 (statt 10—12) und die Pulsfrequenz = 42 (statt 25—30) war, wurden 0,5 Grm.
10¼ Uhr. Kakodyloxyd in die linke Jugularvene injicirt. Nach kaum einer Minute roch der Athem nach Kakodyl, während er sich gleichzeitig zu beschleunigen anfing, so dass nach 4 Minuten schon 42 Athemzüge in
10 Uhr 25′ der Minute gezählt wurden. — 10 Minuten nach der Injection konnte wegen des beschleunigten und angestrengten Athmens der Puls an der a. maxillar. nicht gefühlt werden. An der aorta abdominalis per anum gezählt fanden sich 56 Schläge in der Minute. — ¼ Stunde nach der Injection war die Athemfrequenz bis auf 66 gestiegen; gleichzeitig nahm der Kakodylgeruch des Athems an Stärke zu, und es zeigten sich Symptome von Betäubung: das Thier nahm den dargebotenen Hafer, machte aber im Kauen längere Pausen und liess den Kopf hängen. Die Pupillen contrahirten sich auf Lichtreiz nur sehr langsam. Diese Symptome dauerten jedoch nur kurze Zeit. In den folgenden
10½ bis 1 Uhr. 2½ Stunden wurden 52 Pulsschläge in der Minute gezählt, während
11½ Uhr. die Respirationsfrequenz rascher bis auf 22 gefallen war. — 1 Stunde nach der Injection wurde mittels Katheters Urin entleert und ebenso

2 Stunden hierauf. — 2 Stunden nach der Injection war im Athem der Kakodylgeruch nur noch sehr unbedeutend bemerkbar. — Während des folgenden Tages behielt der Puls 52 Schläge in einer Minute, der Athem war Morgens = 24, Abends = 29. Am zweiten Tage nach der Injection war sowohl Puls- als Athemfrequenz zur ursprünglichen Norm zurückgekehrt. — 1¼ Uhr

Chem. Untersuchung. Sowohl der 1 Stunde (um 11¼ Uhr) als der 3 Stunden (um 1¼ Uhr) nach der Injection entleerte Harn zeigten für sich keinen fremdartigen Geruch. Beide Portionen waren trübe und reagirten sauer. — Von jeder Portion wurde die Hälfte abdestillirt und das klare Destillat mit rothem Quecksilberoxyd digerirt. Es erfolgte keine Reduction desselben. Der Rückstand in den Destillationsretorten wurde hierauf so lange mit Bleiessig behandelt, als sich ein Niederschlag bildete, dann der Niederschlag durch Filtriren von der Flüssigkeit getrennt, das klare hellgelbe Filtrat bis zur Oeldicke auf dem Dampfbade abgedampft, dann mit $PO_3$ in einem Ballon mit Gasleitungsrohr erwärmt, dessen Ende auf frisch geschlämmtes Quecksilberoxyd führte. Es wurde das Quecksilberoxyd nicht reducirt; auch liess sich sonst kein Kakodylgeruch wahrnehmen. Der Inhalt des Ballons wurde nun nochmals mit $PO_3$ einer Destillation unterworfen. Das Destillat roch und reagirte sauer, zeigte aber keinen Kakodylgeruch. Der Rückstand in der Retorte zeigte, auch beim Erkalten, ebenso keinen Kakodylgeruch.

---

Der eben mitgetheilte Versuch war der letzte, den wir anstellten. Es wäre freilich noch übrig geblieben, die Haut als Applicationsorgan für Kakodyloxyd und Kakodylsäure zu wählen, doch schienen solche Versuche unnöthig, da sich der Erfolg für beide Substanzen schon nach den andern Versuchen mit Sicherheit vorhersagen liess. Für das Kakodyloxyd ist der Versuch Bunsen's schon oben (s. S. 122) erwähnt worden, nach dem Kakodyloxyd bei mangelndem oder wenigstens sehr spärlichem Luftzutritte, wie z. B. unter Wasser, keine

andere Wirkung erzeugt, als eine ganz oberflächliche leichte Reizung der Haut, die sich als leichtes Jucken manifestirt, indem das Kakodyloxyd den Hautcapillaren etwas Sauerstoff entzieht, und so einen vermehrten Blutzufluss zur Peripherie, höchstens eine ganz oberflächliche, leichte Entzündung erzeugt. Tritt aber zum Kakodyloxyde die Luft frei hinzu, so entzündet es sich durch rapide Sauerstoffaufnahme und verbrennt zu $AsO_3$, $CO_2$ und HO. Unter solchen Umständen würden wir also eine Brandwunde erhalten, die nur dadurch gefährlich werden könnte, dass sie durch $AsO_3$ vergiftet worden. Was die Kakodylsäure betrifft, so übt sie, wie wir uns davon an uns selbst überzeugt haben, auf der unverletzten Haut gar keine Wirkungen aus. Dasselbe lässt sich auch erwarten, wenn sie in eine frische Hautwunde gebracht würde, da sie in solchen keine Bedingungen findet, reducirt zu werden, denn nur dadurch kommt sie, was sogleich näher betrachtet werden soll, zur Wirkung. — In alten, jauchigen Wunden würde sie bei längerer Einwirkung allerdings reducirt werden und wirklich reizend wirken, da sie, wie das oben (s. S. 128, 12) gezeigt wurde, durch in Zersetzung begriffene organische Substanz einer Reduction unterliegt. — Aus frischen Hautwunden würde sie ihrer leichten Löslichkeit wegen bald ins Blut übergehen, aus alten Wunden würde aber nur vielleicht ein kleiner Theil derselben unzersetzt vom Blute aufgenommen werden, während der grössere Theil, zu kakodylsaurem Kakodyloxyde reducirt, theils als solches in's Blut treten, um in demselben sich wieder als Kakodylsäure zu oxydiren und dann ausgeschieden zu werden, theils von der Wunde verdampft würde. — Zur Bestätigung eines solchen Verhaltens der Kakodylsäure in alten Wunden bot sich uns leider kein passendes Versuchsobject dar.

---

## Dritter Theil.

### Resultate.

Fassen wir jetzt die Ergebnisse der von uns angestellten Experimente zusammen, so hat sich als wichtigstes Resultat ergeben, dass

$C_4 H_6 As$ oder $_2[C_2H_3]$, As-Kd.) in den Sauer-
kodyloxyde (KdO) und der Kakodylsäure
Spaltung erleidet, sondern nur eine Ver-
Sauerstoffaequivalente erfährt und
h stets eine Kakodylverbindung
le enthaltene Arsen, obgleich es
$_0$ beträgt, von gar keinem Einflusse
rn dass diese lediglich von den diesen Ver-
akommenden von ihren nähern Bestandtheilen
Eigenschaften abhängig ist.

wir das Verhalten der einzelnen Substanzen näher, so
der Grund der schädlichen Wirkung des KdO auf den
smus nur aus der vehementen Oxydirbarkeit desselben. In den
gen gebracht, oxydirt es sich theils durch die in demselben stets enthaltene, niedergeschluckte atmosphärische Luft, theils und namentlich bei grössern eingeführten Mengen geschieht die Oxydation auf Kosten der organischen Substanz selbst, mit welcher es in Berührung kommt, wodurch diese zerstört wird. Die Oxydation geht ebenso wie ausserhalb des Organismus, anfangs rascher vor sich, indem sich $KdO+KdO_3$ bildet neben $KdO_3$. Letztere geht ihrer leichten Löslichkeit wegen ins Blut über, während das KdO, $KdO_3$ sich langsam weiter oxydirt, vielleicht auch in das dem Kakodyloxyde isomere Parakakodyloxyd und KdO zerfällt.[1]) Ein Theil des gebildeten KdO, $KdO_3$ und vielleicht auch das Parakakodyloxyd geht direct ins Blut über, um dort zu $KdO_3$ oxydirt zu werden, wobei ein Theil in den Lungen durch den Athem ausgeschieden wird (s. Vers. 5. Seite 133; Vers. 8. S. 136). Die gebildete $KdO_3$ wird durch die Nieren ausgeschieden. Bei grösseren Mengen in den Magen gebrachten KdO wird durch den durch Entzündung hervorgerufenen Durchfall ein grosser Theil des gebildeten KdO, $KdO_3$ vielleicht auch der $KdO_3$ ausgeschieden, zumal wenn die Resorbtion durch die mehr oder weniger zerstörten Darmzotten gehindert ist (s. Vers. 5. S. 133). — Durch die Oxydation des ins Blut direct getre-

[1]) S. Anmerk. 6.

tenen KdO, $KdO_3$ (und Parakakodyloxydes) erklären sich die beobachteten Betäubungserscheinungen, die vermehrte Herzaction, der beschleunigte Athem; ebenso waren wohl auch die beobachteten lähmungsartigen Erscheinungen (Vers. 8. S. 136) erzeugt durch die Einwirkung des entmischten Blutes auf die Nervencentren, wir meinen die beobachtete lähmungsartige Steifheit der hinteren Extremitäten und die Lähmung der Iris. — Diese Erscheinungen treten natürlich mit grösserer Heftigkeit auf, wenn KdO direct ins Blut gebracht wird (Vers. 9. S. 138) und hier manifestiren sich die Lungen besonders als Ausscheidungsorgane. Die Umwandlungen die das KdO erleidet, wenn es direct ins Blut injicirt wird, sind ganz dieselben, wie die bei dem in den Magen gebrachten Oxyde. — Wir haben in dem betreffenden Versuche (Vers. 9) absichtlich eine kleine Quantität des Oxydes injicirt, um die Gefässwandungen womöglich zu schonen. Liess sich auch eben der kleinen injicirten Quantität wegen die gebildete $KdO_3$ im Harn nicht ganz sicher nachweisen, zumal da wie schon bemerkt ein Theil des angewandten Oxydes als KdO, $KdO_3$ (und Parakakodyloxyd) durch die Lungen ausgeschieden worden war, so unterliegt es nach Analogie der andern Versuche keinem Zweifel, dass die gebildete $KdO_3$ durch den Harn dennoch ausgeschieden wird. —

Was die Wirkung der Kakodyldämpfe anlangt, so müssen wir gestehen, dass wir an uns selbst keine Symptome von Brustbeklemmung, Uebelkeit etc. verspürt haben, obgleich wir uns den Dämpfen längere Zeit auszusetzen oft genöthigt waren und einmal sogar durch einen unglücklichen Zufall eine sehr beträchtliche Quantität einathmeten. — Es erfolgte auch hier nur bei Einem von uns ein leichter bald vorübergehender Kopfschmerz, während der Andere gar keine Wirkung verspürte. — Der Versuch jedoch mit der Katze (s. Vers. 4. S. 132) zeigt allerdings, dass das Einathmen grösserer Quantitäten der Dämpfe während längerer Zeit die Schleimhäute der Respirationsorgane, Nase, Augen, Mundhöhle, zu vermehrter Secretion anreizt und Symptome von Benommenheit erzeugt. Diese Erscheinungen erklären sich durch die Sauerstoffabsorbtion von Seiten der Kakodyloxyddämpfe aus der eingeathmeten Luft und von den Schleimhäuten, mit welchen sie in

Berührung kommen und die sie dadurch zu vermehrter Secretion anreizen.

Was die $KdO_3$ betrifft, so äussert sie nur dann eine wahrnehmbare Wirkung, wenn sie, wie es im Darme der Fall ist, unter Verhältnisse kommt, durch welche sie eine Desoxydation erfährt. — Ein grosser Theil der in den Darm gebrachten $KdO_3$ wird gleich ins Blut übergeführt, woselbst sie keine weitere Veränderung erleidet, es sei denn, dass sie an ein Alkali gebunden werde. [1]) Aus dem Blute wird sie dann durch die Nieren ausgeschieden. — Ein anderer Theil erfährt jedoch im Darme eine theilweise Reduction, d. h. es bildet sich KdO, $KdO_3$, welches weiter durch Wasser in $KdO_3$ und Parakakodyloxyd zerfällt. Letzteres mag namentlich den beobachteten Durchfall und das häufige Erbrechen durch Reizung der Darm- und Magenwandungen erzeugen. Sowohl durch das Erbrechen als den Durchfall wird die $KdO_3$ zum Theil entfernt, da aber nur die Darmentleerungen einen Kakodylgeruch zeigten (s. Vers. 3. S. 131), so erfolgt wohl die Reduction erst in den untern Theilen des Darmes. —

Bei directer Injection einer Kakodylsäurelösung in's Blut erfolgt gar keine wahrnehmbare ihr zuzuschreibende Wirkung, da sie im Blute, als nicht weiter oxydirbar, denn von einer Oxydation kann ja nur im Blute die Rede sein, nicht verändert wird, es sei denn, dass sie, was sehr wahrscheinlich ist (s. Anm. 7) an ein Alkali gebunden wird. Aus dem Blute wird sie rasch durch die Nieren ausgeschieden. —

Ob das KdO und die $KdO_3$ namentlich im Darme noch anderen Veränderungen, als den erwähnten unterliegen, ob sie etwa Verbindungen mit Cl oder S eingehen, darüber lässt sich vorläufig nichts Bestimmtes aussagen, da eine genaue qualitative Analyse der Kakodylverbindungen ebenso, wie die quantitative namentlich mit kleinen Quantitäten, schwer ausführbar ist.

---

[1]) S. Anm. 7.

# Anmerkungen.

Anm. 1. Ein kleiner Theil des Kakodyloxydes hatte sich bei der Rectification in der Woulfschen Flasche verdichtet, die mit dem Tubulus der Retorte durch ein vulkanisirtes Kautschukrohr in Verbindung stand. Dies Rohr war durch die durchstreichenden Kakodyloxyddämpfe gänzlich erweicht worden, z. Th. wohl durch gebildetes Schwefelkakodyl. —

Anm. 2. Das Kakodyloxyd riecht wohl nur im Oxydationsmomente. Beim Ausschluss von Sauerstoff z. B. in einer Kohlensäureatmosphäre dampft es weder, noch riecht es. Der Geruch rührt daher wahrscheinlich von dem gebildeten kakodylsauren Kakodyloxyde her, das bei weiterer Oxydation endlich in die geruchlose Kakodylsäure übergeht.

Anm. 3. Die durch diese Reaction nachgewiesene Kakodylsäure hatte sich wahrscheinlich zum grössten Theile durch spätere Oxydation an der Luft in den stark nach Kakodyl riechenden Faeces gebildet. Dass jedoch ein Theil der Kakodylsäure in den untersuchten Massen schon als solche vorhanden war, wird dadurch höchst wahrscheinlich, dass sich in jenen Entleerungen auch Harn befand, und im Harn bei Eingabe von Kakodyloxyd, wie es aus den folgenden Versuchen hervorgeht, stets Kakodylsäure gefunden wurde.

Anm. 4. Die Reaction von $PO_3$ erwies sich wegen des störenden penetranten Geruches des Pferdeharnes als unzweckmässig. Dieser Geruch trat bei der erwähnten Methode ganz zurück, während der Kakodylgeruch hervortrat. Die anfangs tiefbraune Flüssigkeit wurde dabei gleichzeitig fast ganz entfärbt und setzte fast reine Kristalle von Hippursäure ab.

Anm. 5. Das die Larven des *Oestrus equi*, obgleich sie ganz von dem sehr stark nach Kakodyl riechenden Mageninhalte umspült wurden, doch noch lebend gefunden wurden, ist ebenso merkwürdig, als wenigstens uns unerklärlich. Dass sie sich übrigens im Magen nicht wohlbefunden haben, zeigt ihre Anwesenheit im Oesophagus, woselbst sie sonst nicht vorkommen sollen und wohin sie sich also geflüchtet hatten. —

Anm. 6. Die im Magen gefundenen Veränderungen (Vers. 5 und 8) erklären sich leicht aus der anfangs raschen, dann langsameren Oxydation des Kakodyloxydes. Durch die erstere werden die zunächst betroffenen Partien (das Epithel) zerstört, durch letztere die entstandene Entzündung unterhalten, wodurch dann

die enorme Exsudatbildung zu Stande kommt, wie sie in den genannten Versuchen beobachtet wurde. —

Anm. 7. Liesse sich die unsichere Wahrnehmung, unsicher, weil sie durch den so leicht täuschenden Geruch gemacht wurde, durch eine quantitative Untersuchung bestätigen (zu der uns noch die Mittel fehlen), dass, wie es uns schien, im Blutkuchen ein grösserer Gehalt von Kakodylsäure vorhanden war, als im Serum (s. Vers. 6. S. 134), so läge natürlich die Annahme nahe, dass die Kakodylsäure vorzüglich in den Blutkörperchen als Kalisalz sich befände. —

Fig. I.

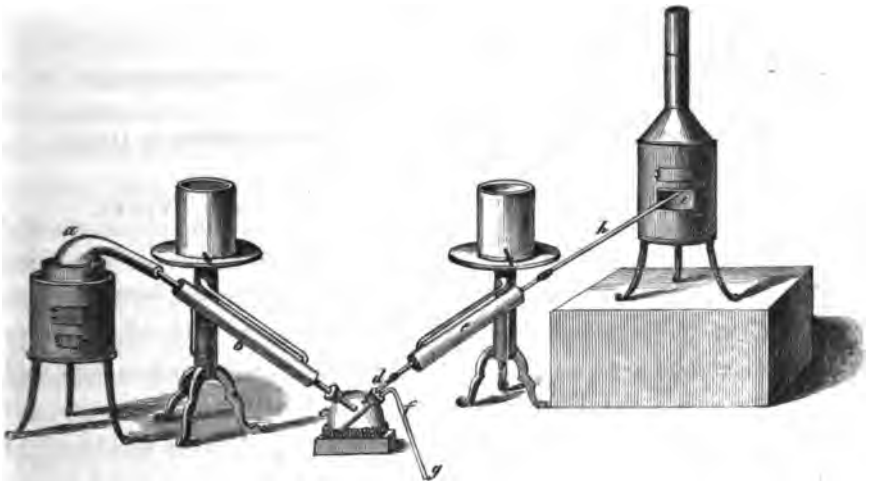


Fig. II.

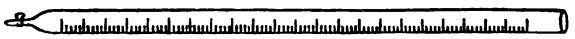


Fig. III.

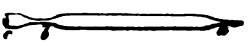
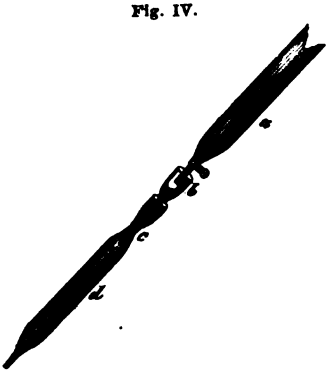


Fig. IV.



# VII.

## Beiträge zur Lehre von den Arsenikwirkungen.

Von Professor Dr. **C. Schmidt** und Dr. **E. Bretschneider** in Dorpat.

### I. Ueber die Wirkung des metallischen Arsens.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden durch die in neuerer Zeit von Prof. Schroff veröffentlichten Resultate seiner Versuche über die Wirkung des metallischen Arsens [1]) angeregt. Schroff behauptet nämlich gefunden zu haben, dass Scherbenkobalt und ebenso auch vollkommen reines metallisches Arsen, in den Thierkörper gebracht, giftige Wirkungen äussern. Beim Scherbenkobalt kann es nicht befremden, da derselbe bekanntlich kein reines metallisches Arsen ist, sondern immer grössere oder geringere Mengen arseniger Säure beigemengt enthält. Gegen die Giftigkeit des reinen Arsenmetalles jedoch, welche Schroff von einer Oxydation des Metalles im Verdauungskanale ableitet, erhoben sich uns einige Zweifel, weshalb wir beschlossen, die von Schroff damit angestellten Versuche zu wiederholen.

Das metallische Arsen, welches wir zu unsern Versuchen angewandt haben, wurde durch Reduction der arsenigen Säure mittelst Kohle im Verbrennungsrohr dargestellt. In dem nicht erhitzten Theile des Rohres sublimirte das metallische Arsen an den Wänden mit glänzendem Metallspiegel und wurde nach dem vollständigen Erkalten der Röhre abgekratzt und fein gepulvert. Da dieses Pulver, wie die che-

[1]) Zeitschr. der Wiener Aerzte. 1858. Heft 1. S. 4.

mische Untersuchung ergab, kein reines Metall war, sondern an der atmosphärischen Luft wieder eine theilweise Oxydation zu arseniger Säure erlitten hatte, so wurde es so lange mit heissem Wasser, dem einige Tropfen Kalilösung zugesetzt, ausgewaschen, bis das Filtrat, durch etwas Salzsäure angesäuert, von Schwefelwasserstoff nicht getrübt wurde. Das jetzt vollkommen reine Arsenmetall wurde rasch getrocknet und einer jungen Katze 0,8 Grm., einem jungen Huhn 0,5 Grm. davon mit Brod zusammengeknetet eingegeben. Die Thiere, welche darauf länger als eine Woche beobachtet wurden, zeigten beide nicht das geringste Zeichen einer Gesundheitsstörung und erfreuten sich eines sehr guten Appetites. Am Tage nach der Eingabe des metallischen Arsens konnten Faeces und Harn dieser Thiere untersucht werden. Schon mit blossem Auge liess sich darin metallisches Arsen erkennen. Bei der chemischen Untersuchung der Mischung von Faeces und Harn beider Thiere fand sich arsenige Säure darin, was nicht befremden konnte, da die Faeces einige Zeit an der Luft gelegen. In den Faeces der Katze, welche 36 Stunden nach dem Einführen des Metalles entleert wurden, fand sich auch noch metallisches Arsen. Demnach glauben wir uns zu dem Schlusse berechtigt, dass das reine Arsenmetall im Verdauungskanale nicht oxydirt werde, selbst nicht wenn es längere Zeit in demselben verweilt, und deshalb auch nicht giftig ist. Die Resultate unserer Untersuchungen stimmen mit den schon zu Anfang dieses Jahrhunderts von Bayen über die Wirkungslosigkeit des metallischen Arsens gemachten Erfahrungen überein. Bayen hat Hunden, ohne ihr Wohlbefinden zu stören, bis 4 Grmm. davon gegeben. [1])

Die Differenzen zwischen unseren Erfahrungen und denen Schroff's bezüglich des metallischen Arsens scheinen ihren Grund darin zu haben, dass Schroff kein reines Metall angewandt hat. Bei der leichten Oxydirbarkeit desselben an der Luft kann ein Irrthum leicht vorkommen.

---

[1]) Orfila, *Traité de toxicologie 4. édition. Tom. I. p.* 304.

## II. Ueber die Wirkung des arsenigsauren und arsensauren Kalkes.

Zu diesen Untersuchungen wurden wir gleichfalls durch eine von Schroff ausgesprochene Ansicht veranlasst, die wir mit des Autors eigenen Worten anführen wollen. [1])

„Wenn manche Thiere, wie die Pferde und Schafe, grössere Mengen arseniger Säure vertragen, wenn, wie die Sage in den Alpengegenden verkündet und Tschudi einige auffallende Beispiele mittheilt, selbst der Mensch nach und nach sich an grössere Mengen gewöhnen kann, so scheint in beiden Fällen die arsenige Säure im Magen und Darmcanale durch gleichzeitig genossene etwa kalkhaltige Substanzen in einen unlöslichen Zustand übergeführt zu werden. Dafür spricht der Umstand, dass es uns nicht gelingen wollte, aus einer grossen Menge Blut, das wir einem Pferde entnommen hatten, welches durch sehr grosse Dosen arseniger Säure getödtet worden, trotz der sorgfältigsten Untersuchungen, eine Spur von arseniger Säure zu finden."

Das von uns angewandte Präparat wurde dargestellt durch Zugiessen einer wässrigen Lösung von arseniger Säure zu Kalkwasser. Das in überschüssigem Kalkwasser gebildete Präcipitat von arsenigsaurem Kalk wurde unter Abschluss der Luft abfiltrirt und rasch getrocknet. Von diesem wurden einem erwachsenen Kater 2 Grm. in Pillen aus Weissbrod eingegeben. Nach 10 Minuten wurden sämmtliche Pillen ganz heil ausgebrochen. Da wir bezweifelten, ob der arsenigsaure Kalk zur Wirkung gekommen, so brachten wir dem Thiere mittelst eines Guttapercharohres von neuem ein Grm. davon, mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, in den Magen. Nach einer Viertelstunde wurde durch heftiges Erbrechen der grösste Theil dieses Breies, mit einzelnen Blutstreifen gemischt, entleert. Bald zeigte das Thier Vergiftungssymptome. Es schien starke Schmerzen zu haben, athmete rasch. Es trat grosse Schwäche ein. 6 Stunden nach Einführung

---

[1]) Schroff's Lehrbuch der Pharmacologie. 1856. p. 318.

des Giftes erfolgte unter heftigen Krämpfen der Tod. Durchfälle waren nicht eingetreten. Bei der Section zeigten sich einige hämorrhagische Erosionen im unteren Theile des Oesophagus, die Magenschleimhaut am Fundus namentlich ausserordentlich stark entzündet, an einigen Stellen auch erodirt, ausserdem mit einer dicken Exsudatschicht bedeckt. Der Dünndarm zeigte an verschiedenen Stellen umschriebene Entzündungen, war von einer gelblichen Flüssigkeit erfüllt. Der Dickdarm enthielt Faeces von normaler Consistenz, war gar nicht entzündet. Die übrigen Organe zeigten nichts Bemerkenswerthes. Es kann also darüber kein Zweifel obwalten, dass der arsenigsaure Kalk in den Verdauungssäften löslich und folglich auch giftig ist.

Die Giftigkeit des arsensauren Kalkes haben schon Wöhler und Frerichs [1]) durch Versuche dargethan, die mit den von uns mit diesem Präparate angestellten congruiren. 0,2 Grm. arsensauren Kalkes, durch Zugiessen von gelöstem arsensauren Natron zu Kalkwasser, Abfiltriren des Präcipitats von dem überschüssigen Kalkwasser unter Luftabschluss und rasches Trocknen des Präparates dargestellt, wurden mit Wasser zu Brei angerührt, mittels einer Guttapercharöhre einem jungen Kaninchen in den Magen gebracht. Nach einigen Stunden zeigten sich Vergiftungssymptome; beschleunigtes Athmen, Durchfälle, Krämpfe. Nach 18 Stunden starb das Thier. Die Section ergab eine ziemlich bedeutende Entzündung der Magenschleimhaut, die ganze Darmschleimhaut stellenweise injicirt, weniger im Dickdarme. Auch in den Lungen stellweise Infarcte.

### III. Ueber das Verhalten der arsenigen Säure im Blute und Harne und ihre Wirkung im thierischen Organismus.

Bei den Untersuchungen, die wir über die Wirkung der arsenigen Säure angestellt haben, schien es uns vor allen Dingen wichtig festzustellen, ob dieselbe, in den Körper gebracht, als solche im Blute und Harne wiederzufinden sei, oder eine Veränderung erleide. Man

---

[1]) Annalen der Pharmacie und Chemie. LXV. p. 345.

hat zwar längst im Blute und Harne von Thieren, denen man arsenige Säure eingegeben, Arsen nachgewiesen, doch sich zu diesem Nachweise des Marsh'schen Apparates bedient, der es zweifelhaft lässt, mit welcher Oxydationsstufe des Arsens man es zu thun hatte. Da es nicht unmöglich erscheint, dass die arsenige Säure im Blute zu Arsensäure oxydirt werden könnte, so haben wir unsere Untersuchungen zuerst auf die Lösung dieser Frage gerichtet.

Zu diesen Versuchen nahmen wir Pferde, da sie eine gewisse Immunität vor arseniger Säure haben, und grössere Dosen ohne Nachtheil vertragen sollen. Ein Bauernpferd von mittlerer Grösse bekam einige Zeit hindurch grössere Dosen arseniger Säure, erst in Substanz, darauf in Lösung. Am 18. October, ebenso am 19. und 20. wurden dem Thiere Morgens und Abends 0,6 Grm. ungelöste arsenige Säure mit Hafer vermischt eingegeben, an den 4 folgenden Tagen in derselben Weise 1 Grm. Morgens und Abends, darauf 4 Tage lang 2,5 Grm. täglich, endlich vom 29. October an 4 Tage 3,75 Grm. Das Thier befand sich dabei vollkommen wohl und frass mit dem besten Appetite. Am 2. November Morgens erhielt das Thier zum ersten Mal 2 Grm. arseniger Säure in wässriger Lösung. Es hörte bald auf zu fressen und es stellten sich Durchfälle ein. Am Abende desselben Tages wurde dieselbe Dosis in Lösung eingegeben, ebenso am Morgen und am Abende des folgenden Tages. Zum letzten Male erhielt es dieselbe Dosis gelöst am Morgen des 4. Nov. Es hatten sich unterdessen heftige Intoxicationserscheinungen entwickelt, grosse Schwäche, beschleunigte Respiration, starke Durchfälle. In der folgenden Nacht starb das Thier. Bei der Section fand sich eine sehr starke Entzündung der Magenschleimhaut, an einzelnen Stellen perforirende Anätzungen. Starke Injectionen und Erosionen fanden sich auch zerstreut im übrigen Theile des Verdauungskanales, namentlich im Coecum. Leber und Nieren hyperämisch. Auf dem Herzbeutel eine Menge ecchymotischer Flecken.

Von diesem Pferde haben wir, während es noch lebte, zweimal das Blut und den Harn untersucht. Am 29. Oct., wo es also bereits 2,5 Grm. arseniger Säure täglich in Substanz erhielt, nahmen wir

ungefähr 500 Grm. Blut und ungefähr 500 Grm. Harn zur Untersuchung.

Der Harn war, wie es bei Pferdeharn immer der Fall ist, von alkalischer Reaction, durch viel Sediment getrübt. Er wurde zum Sieden erhitzt, filtrirt, in das Filtrat nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure einige Zeit hindurch ein Strom von Schwefelwasserstoff geleitet. Es entstand ein, wenn auch nicht sehr bedeutender, so doch deutlicher Niederschlag, der nach dem Filtriren der Flüssigkeit als schmutzigbraunes Pulver auf dem Filter zurückblieb. Dieser Niederschlag wurde durch Ammoniak gelöst und nachdem die Lösung verdampft, mit Salpetersäure und darauf mit Schwefelsäure behandelt, damit die organischen Beimengungen zerstört und zugleich, wenn in dem Niederschlage Schwefelarsen, dieses zersetzt werde. Nachdem nun noch etwas Wasser zugesetzt worden, wurde die Flüssigkeit solange verdampft, bis alle Salpetersäure entwichen und darauf nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure wiederum ein Strom von Schwefelwasserstoff durchgeleitet, wodurch ein gelber Niederschlag von Schwefelarsen entstand.

Bei der Untersuchung des Blutes wurden Blutkuchen und Serum getrennt untersucht. Der in kleine Stücke zerrissene und zerquetschte Blutkuchen wurde mit Wasser gekocht bis zur Coagulation aller Albuminate. Ebenso wurde im Serum das Eiweiss durch Kochen coagulirt. Nachdem beide Flüssigkeiten filtrirt und die Filtrate auf ein kleines Volumen eingedampft worden, wurden diese ganz ebenso behandelt wie der Harn. In der vom Blutkuchen herrührenden Flüssigkeit wurde durch eingeleitetes Schwefelwasserstoffgas Schwefelarsen präcipitirt. Das Blutserum zeigte nach Einleiten von Schwefelwasserstoff durchaus gar keine Trübung. Es muss noch bemerkt werden, dass die aus dem Harne gewonnene Menge von Schwefelarsen verhältnissmässig grösser war als die aus dem Blute dargestellte.

Die oben angeführten Untersuchungen wurden eigentlich nur zu dem Zwecke angestellt, um auszumachen, ob die nach Einführen von arseniger Säure in den Körper im Blute und Harne nachweisbaren Mengen von Arsen gross genug seien, um andere Reagentien als den

Marsh'schen Apparat mit Erfolg anwenden zu können. Denn, ob wir es mit arseniger Säure oder Arsensäure zu thun gehabt, blieb immer noch unentschieden.

Zur Entscheidung der letzteren Frage nahmen wir am 3. Nov. wiederum ungefähr 900 Grm. Blut und ungefähr 200 Grm. Harn von demselben Pferde, nachdem es also 3,75 Grm. arseniger Säure in Lösung bekommen, zur Untersuchung.

Arsenige Säure und Arsensäure lassen sich, wenn sie in einer Flüssigkeit gelöst vorkommen, bekanntlich dadurch unterscheiden, dass die erstere durch ein Magnesiasalz gefällt wird, die letztere aber erst dann, wenn die Flüssigkeit einen Ueberschuss von Ammoniak enthält. Ferner hat die arsenige Säure die Eigenschaft, mit Kali und einem Kupferoxydsalze erwärmt, das letztere zu Kupferoxydul zu reduciren, was die Arsensäure nicht vermag. Auf diese Unterscheidungsmerkmale basirten wir unsere Untersuchungen.

Der Harn war vollkommen klar, reagirte sauer, was, da das Thier einige Zeit hindurch alle Nahrung verschmäht, leicht erklärlich. Er wurde zum Sieden erhitzt, auf ein kleines Volumen eingedampft, filtrirt, dem Filtrate eine Lösung von schwefelsaurer Magnesia zugesetzt. Nachdem dasselbe einige Zeit in Ruhe gestanden und sich ein weisslicher Niederschlag gebildet, wurde dieser abfiltrirt und mit Kalilösung gekocht. Nach Zusatz von Weinsäure und schwefelsaurem Kupferoxyd und Erhitzen der Flüssigkeit fand eine deutliche Reduction des Kupferoxydsalzes zu rothem Kupferoxydul statt. Durch den Marsh'schen Apparat liess sich in der Flüssigkeit Arsen nachweisen. Das Filtrat, von obigem Präcipitate abfiltrirt, mit Kali, Weinsäure und schwefelsaurem Kupferoxyd erhitzt, erzeugte keine Reduction.

Blutkuchen und Serum wurden wiederum gesondert geprüft. Das Serum gab im Marsh'schen Apparate keine Spur von Arsen. Der zerrissene und zerquetschte Blutkuchen wurde mit Wasser gekocht, das coagulirte Eiweis durch Filtriren entfernt. Das Filtrat wurde, nachdem schwefelsaure Magnesia, Salmiak und Ammoniak zugesetzt, zugedeckt einige Zeit sich selbst überlassen. Es bildete sich ein weisser Niederschlag, der abfiltrirt, mit Kali gekocht und dann im Marsh'-

schen Apparate geprüft wurde. Er enthielt kein Arsen. Im Filtrate hingegen liess sich Arsen nachweisen. Es war also auch im Blutkuchen arsenige Säure enthalten, und schien die Menge verhältnissmässig geringer als im Harn.

Auch die Leber des Pferdes wurde untersucht. Nachdem sie in kleine Stücke zerschnitten, wurde sie mit Wasser gekocht und in derselben Weise behandelt, wie der Blutkuchen. Auch hier liess sich arsenige Säure nachweisen und zwar schien die Leber grössere Mengen derselben zu enthalten, da ein Theil des Leberdecoctes im Marsh-schen Apparate bereits einen Metallspiegel gab. —

Es scheint demnach, dass die arsenige Säure im Blute nicht verändert werde und an die Alkalien gebunden daselbst existire. Der Umstand, dass sie nur im Blutkuchen nachzuweisen war, lässt vermuthen, dass sie an Kali gebunden sei.

Die Frage über das Zustandekommen der intensiven giftigen Wirkungen, welche die arsenige Säure auf die lebenden Organismen ausübt[1]), ist in älterer und neuerer Zeit durch die mannigfachsten Hypothesen beantwortet worden. Keine konnte jedoch die Thatsache erklären, dass die arsenige Säure im lebenden Körper entschieden die Wirkung eines corrosiven Giftes äussere, während es doch nicht gelingen will an todten Körperbestandtheilen irgend eine Veränderung durch arsenige Säure herzugerufen. Eiweiss, das mehrere Tage lang bei der Körpertemperatur mit einer wässrigen Lösung von arseniger Säure vermischt steht, zeigt keinerlei Veränderungen seiner physikalischen oder chemischen Eigenschaften. Ebensowenig ist es Kindall und Edwards[2]) und Herapath[3]) gelungen, durch Kochen

[1]) Auch für die Pflanzen soll die arsenige Säure ein Gift sein. Doch scheint sie dem Gedeihen gewisser niedrig organisirter Pflanzen wieder gerade günstig zu sein, zu welcher Beobachtung uns zufällig eine Gelegenheit sich bot. Ein mit einer Lösung von arseniger Säure gefülltes Glas, auf dessen Boden sich ausserdem Schwefelarsen befand, hatte mehrere Wochen unbedeckt im warmen Zimmer gestanden. Während dieser Zeit hatte sich sowohl auf der Oberfläche der Flüssigkeit, als auf dem Schwefelarsen eine reichliche Schimmelpilzenflora entwickelt.

[2]) *Lond. pharm. Journ. IX.* 1850.

[3]) *Lond. Edinb. and Dubl. Phil. Magazine* 1851. p. 345.

von arseniger Säure mit Eiweiss eine chemische Verbindung beider zu erzeugen.

Der Umstand, dass sich bei den angeführten Untersuchungen die arsenige Säure nur im Blutkuchen, nicht aber im Serum nachweisen liess, brachte uns auf die Vermuthung, dass vielleicht die Blutkörperchen irgendwie sichtbar durch dieselbe verändert würden, weshalb wir ihr Verhalten zu frischen Blutzellen untersuchten. Ein Tropfen frischen Froschblutes wurde mit einer möglichst concentrirten wässrigen Lösung von arseniger Säure behandelt unter das Mikroskop gebracht. Gleichzeitig wurden mit Wasser behandelte Blutkörperchen beobachtet. Das Resultat dieser Untersuchungen war, dass die mit arseniger Säure behandelten Blutzellen sich länger in ihrer ursprünglichen Form erhielten, als die mit Wasser behandelten und erst viel später als diese anfingen undeutlich zu werden. —

Endlich machten wir noch einen Versuch über das Verhalten der arsenigen Säure zu einem todten Darmstücke. Zwei Stücke vom Dickdarme eines eben getödteten Hundes wurden, das eine in eine Schale mit möglichst concentrirter wässriger Lösung von arseniger Säure, das andere in eine Schale mit Wasser gelegt und beide 24 Stunden lang einer Temperatur, die der Körperwärme glich, ausgesetzt. In dieser Zeit war das in Wasser geweichte Stück bereits stark in Verwesung übergegangen, roch faulig, das Wasser hatte eine grünliche Färbung angenommen. Das in arseniger Säure geweichte Stück hingegen zeigte keine Spur von Verwesungsgeruch und durchaus gar keine wahrnehmbaren Veränderungen in der Structur, wie solche durch Behandlung eines todten Darmstückes mit irgend einem anderen corrosiven Gifte gleich deutlich hervortreten. Es wird durch diesen Versuch auch die von vielen Schriftstellern behauptete Thatsache, dass die Leichen der durch Arsenvergiftung Gestorbenen nicht in Verwesung übergehen, bestätigt.

Wenn wir zu diesen Erfahrungen noch die von Savitsch[1]) gemachten, dass arsenige Säure die Gährung unterbreche, dass sie ferner

[1]) *Meletemata de acidi arsenicosi efficacia.* Dorpat. 1854.

das Sauerwerden der Milch verhindere, hinzufügen, so scheint es, als wenn die arsenige Säure die Eigenschaft habe, die Oxydation organischer Substanzen zu hindern. Dieses gab uns zu der Vermuthung Veranlassung, dass in dieser Eigenschaft vielleicht auch ihre giftige Wirkung im Organismus zu suchen sei, indem sie den Verbrennungsprocess im Körper störe. Wir versuchten solches durch das Experiment zu entscheiden, indem wir die Menge der in einer bestimmten Zeit exhalirten Kohlensäure erst bei einem gesunden Thiere und dann bei demselben, nachdem es mit arseniger Säure vergiftet worden, bestimmten.

An einem Kaninchen von 720 Grm. Gewicht wurde viermal an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Tageszeiten die während einer Stunde exhalirte Kohlensäuremenge gemessen. Das Thier erhielt während der ganzen Zeit seine gewöhnliche Nahrung in gewohnter Menge. Die Resultate der Versuche waren folgende:

1. Vers. am 21. Nov. von $3^h$ 16′—$4^h$ 16′ Nachm. ergab 1,1506 Grm. $CO_2$
2. Vers. am 22. Nov. von $5^h$ —$6^h$ Abends ergab 1,1614 Grm. $CO_2$
3. Vers. am 24. Nov. von $12^h$ 6′—$1^h$ 6′ Mittags ergab 1,1497 Grm. $CO_2$
4. Vers. am 25. Nov. von $5^h$ 27′—$6^h$ 27′ Abends ergab 1,1829 Grm. $CO_2$

Beim ersten und dritten Versuche stimmten also die in einer Stunde exhalirten Kohlensäuremengen ziemlich genau überein. Der zweite und vierte Versuch gaben etwas grössere Zahlen, wahrscheinlich wohl, weil sie am Abende angestellt worden, wo bekanntlich mehr Kohlensäure exhalirt wird. Der vierte Versuch gab wohl auch deshalb eine grössere Zahl, weil das Thier am Vormittage zufällig gehungert und dafür am Nachmittage eine reichlichere Mahlzeit gehalten als gewöhnlich.

Am 27. Nov. um 12 Uhr Mittags wurden dem Thiere 0,1 Grm. arseniger Säure in Lösung eingegeben. Nach einigen Minuten schon zeigte sich beschleunigte Respiration. Der Versuch begann um $12^h$ 5′, dauerte aber nur 54′, weil das Thier starb. Der Tod erfolgte unter heftigen Krämpfen. Diese traten jedoch erst 10 Minuten vor dem Tode ein, und waren von Athembeschwerden begleitet. Bis dahin war der Athem beschleunigt. Die Section des Thieres ergab ausser

einer schwachen Röthung der Magenschleimhaut keine pathologischen Veränderungen. Die in 54′ ausgeathmete Kohlensäuremenge betrug 0,5900 Grm. $CO_2$, was für eine Stunde 0,6552 Grm. beträgt.

Obgleich sich bei diesem Versuche eine bedeutende Verminderung der ausgeathmeten Kohlensäure nach der Vergiftung herausgestellt, so wollen wir doch nicht wagen aus dem Resultate eines einzigen Versuches mit Bestimmtheit eine Störung des Verbrennungsprocesses im Körper bei Arsenvergiftung zu folgern. Weitere Versuche mit kleinern Gaben müssen darüber entscheiden.

## IV. Untersuchung über die Schädlichkeit der arsenhaltigen Tapeten.

Endlich stellten wir uns noch die Entscheidung der bereits vielfach ventilirten Frage zur Aufgabe, ob die mit arsenhaltigen Tapeten ausgekleideten Zimmer auf die Bewohnenden irgend welche schädliche Einflüsse ausüben können?

In den letzten Decennien haben sich viele Autoren für die Schädlichkeit der arsenhaltigen Tapeten entschieden. Man wollte dieselbe bald von sich entwickelndem Arsenwasserstoff in feuchten Wohnzimmern, bald von Kakodyl, bald von dem Farbenstaube ableiten.[1]) Doch soviel man sich bemühete Hypothesen über die schädlichen Emanationen von arsenhaltigen Tapeten aufzustellen, so wenig versuchte man die Sache durch directe Versuche zu entscheiden. Krahmer[2]) war unseres Wissens der Erste, welcher auf Grundlage experimenteller Untersuchungen die Schädlichkeit der arsenhaltigen Tapeten läugnete.

Wir stellten Untersuchungen in der Weise an, dass wir einen dünnen Brei aus Schweinfurter Grün, Roggenmehl und Wasser, welches die Bestandtheile der arsenhaltigen Tapeten in feuchten Wohnzimmern sind, in einem Ballon zusammenrührten und aus diesem durch den gutschliessenden Kork eine zweifach gebogene Glasröhre in ein

---

[1]) Annalen der St. A. K. X. p. 407. — Basedow, Arsendunst in Wohnzimmern. Preuss. medic. Zeitschrift. 1846. No. 10.

[2]) Kramer, Gegen die Furcht vor arsenhaltigen Tapeten. Deutsche Klinik IV. S. 481

vor dem Einflusse des Lichtes geschütztes Gefäss leiteten, welches eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd enthielt. Von diesem Gefässe führte eine Glasröhre nach aussen. — In einem zweiten ebenso eingerichteten Apparate wurde dem Brei aus Schweinfurter Grün, Roggenmehl und Wasser noch faulender Käse, in einem dritten faulendes Blut, in einem vierten Bierhefe zugesetzt. Alle diese Apparate liessen wir 6 Wochen lang bei einer Temperatur von ungefähr 32° C. stehen. Nach Ablauf dieser Zeit fand sich in allen Gefässen mit salpetersaurem Silberoxyd ein geringer schwarzer Niederschlag. Da jedoch in der Flüssigkeit durch den Marsh'schen Apparat keine Spur von Arsen nachzuweisen war, so konnte die Reduction des Silberoxydes nicht durch Arsenwasserstoff bewirkt worden sein.

Der Inhalt der verschiedenen Ballons verbreitete bis auf die Mischung von Schweinfurter Grün, Roggenmehl und faulendem Blute, welche schimmelig roch, durchaus gar keinen Geruch. Es schienen auch hier Fäulniss und Gährung durch die arsenige Säure vollkommen sistirt worden zu sein. Kakodyl hatte sich ebensowenig entwickelt, jede Spur hätte sich sofort durch den characteristischen Geruch manifestirt.

Da nicht einmal faulende Substanzen im Stande sind die arsenige Säure zu zersetzen und schädliche Emanationen zu bewirken, so glauben wir, dass die arsenhaltigen Tapeten in feuchten Wohnzimmern der Gesundheit nicht nachtheilig werden können. Eher könnten die trockenen arsenhaltigen Tapeten durch Schwängerung der Luft mit dem Farbenstaube schädlich werden, doch ist auch dieses kaum zu befürchten, wenn nur die Farbe durch ein gutes Bindemittel mit dem Papier fest genug verbunden ist.

# VIII.

## Beitrag zur Geschichte der Physik der elektrischen Fische.

Von **Dr. med. W. Keferstein.**

Privatdocenten und Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen.[1])

Der Königl. Societät am 13. Jan. 1859 durch Herrn Hofrath Wagner vorgelegt.

Dasjenige, was die Alten von den elektrischen Fischen wussten, übergehe ich hier, da sich an verschiedenen Orten[2]) hinlängliche Darstellungen davon finden, und beginne mit der Zeit, wo mit dem Wiederaufblühen der Wissenschaften auch die Naturwissenschaften in ein neues Leben treten.

Die grossen Zoologen dieser Periode wie Rondelet, Gesner, Aldrovandi u. A. handeln alle sehr genau vom Zitterrochen in naturhistorischer Beziehung, ohne jedoch seiner wunderbaren Kraft eine weitere Berücksichtigung zu widmen: ihre Schriften sind uns aber

---

[1]) Aus den Nachrichten der G. A. Universität und der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1859. Jan. 31. pag 17—34 vom Herrn Verfasser mit einigen späteren Zusätzen mitgetheilt.

[2]) So z. B. Frenzel (praeside G. A. Langguth), Diss. inaug. med. de Torpedine veterum genere Raja. Wittenbergae 1777. 4.; J. Pringle, A Discourse on the Torpedo delivered at the anniversary meeting of the Royal Society Nov. 30, 1774, London 1775. 4. von dessen erstem Theil Langguth eine lateinische Uebersetzung giebt in Progr. acad. Wittenberg 1779. 4.; E. du Bois, Quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Diss. med. Berolin. 1843. 8.; G. Wilson, On the Elect. Fishes as the earliest Elect. Machines employed by Mankind. Read at the Brit. Assoc. Dublin 1857. Aug. 27. (Edinb. new phil. Journ. [N. S.] VI. Oct. 1857. p. p. 267—287.); gute Darstellungen der ganzen Geschichte in: Gehler, Physikal. Wörterb. Bd. IV. 1. pag. 275—332. 1827. Art. Elektrische Fische von Pfaff; Fr. Tiedemann, Physiologie des Menschen. Bd. I. pag. 522—536. Darmst. 1830.

deshalb noch wichtig, weil in ihnen alle Stellen der alten Schriftsteller, wo sie des Zitterrochens erwähnen, aufs Gewissenhafteste gesammelt sind. Der erste Schritt zur genaueren Kenntniss dieses wunderbaren Fisches geschah erst, nachdem die eigene Beobachtung und der Versuch als die wahre Methode der inductiven Wissenschaften erkannt war, in Italien, wo diese Richtung der Forschung in der Academia del Cimento ihren Ausdruck fand, durch ein Mitglied dieser Körperschaft, Francisc. Redi aus Arezzo, der überhaupt als der früheste Beobachter in der vergleichenden Anatomie angesehen werden muss. Redi[1] stellte 1666 mit dem Zitterrochen Versuche an: er beschreibt das Gefühl beim Schlage sehr genau, erläutert die Anatomie des Fisches und führt zuerst die elektrischen Organe an, deren gröbere Verhältnisse er gut darstellt und denen allein er die betäubende Kraft zuschreibt: er nennt sie meistens *musculi falcati*, ein Name, der in der Wissenschaft lange beibehalten ist. Dass es kein geringes Verdienst war, diese Organe entdeckt und die betäubende Kraft auf sie beschränkt zu haben, sieht man sehr auffallend daraus, dass der so genaue Engelbr. Kämpfer[2]), obwohl er eine sehr umständliche Anatomie des Zitterrochens liefert und sich weitläufig über seine Kraft verbreitet, doch diese so in die Augen fallenden Organe durchaus nicht erwähnt. Noch genauer als Redi beschreibt sein Schüler Stefan Lorenzini[3]) die elektrischen Organe in seiner sehr ausführlichen anatomischen Monographie der Torpedo und bei ihm findet man zuerst eine Theorie über ihre wunderbare Kraft. Beim Schlage, sagt er nämlich, verkürzten sich die *musculi falcati*, trieben dadurch feinste Körperchen aus sich aus, die sich in die Haut und Muskeln des berührenden Gliedes einbohrten und dasselbe betäubten, grade wie vom Feuer feinste Körperchen ausstrahlten und die umgebenden Gegenstände erwärmten: die Verkürzung jener Organe sähe man, als die jedem

---

[1]) Esperienze intorno a diverse cose naturali etc. Firenze 1671. 4. p. 47—54.

[2]) Amoenitatum exoticarum politico-physico-medicarum Fasciculi V. Lemgo 1772. 4. Torpedo sinus Persici p. 509—515.

[3]) Osservationi intorno alle Torpedini. Firenze 1678. 4. mit 5 Taf. pag. 30 und pag. 113—116.

Schlage vorhergehende Abflachung des Rückens des Fisches. Ueberhaupt sah man zu jener Zeit die elektrischen Organe, als von rein muskulöser Natur an, so nannte Nik. Steno[1]) die Säulchen derselben schlechtweg *fibras motrices* und Borelli[2]), der Jatromathematiker, gründet darauf seine rein mechanische Theorie des Schlages. Er nimmt an, jene Organe zögen sich mehrere Male schnell hintereinander zusammen und gäben so dem berührenden Gliede eine Reihe von heftigen Stössen, die den Krampf zu Folge hätten, gleich dem der von einem Stoss an dem Ellbogen herrührte.

Dieser mechanischen Theorie gegenüber stand die, welche die Kraft des Zitterrochens einem Ausfluss von Gift zuschrieb, die u. A. Cl. Perault vertheidigt und die so volksthümlich war, dass der Zitterrochen, wie Linné[3]) erzählt, auf dem Markt von Venedig, als giftig, nicht verkauft werden durfte.

Zur alleinigen Herrschaft kam die mechanische Anschauungsweise, als Réaumur[4]) sich derselben zuwandte. Dieser grosse Naturforscher experimentirte an der Küste von Poitou mit dem Zitterrochen, widerlegt die früher aufgestellten Theorien und kommt endlich zum Resultate, dass beim Schlage jene beiden merkwürdigen sichelförmigen Muskeln sich langsam zusammenzögen, wie man an der Abflachung des Rückens des Fisches sähe, und dann mit einem Male, mit einer für's Auge unsichtbaren Schnelligkeit, in ihre frühere Form zurücksprängen und durch diesen schnellen Schlag das betäubende Gefühl hervorbrächten. Linné, Haller und viele Andere schlossen sich der Réaumur'schen Theorie an, die von keiner Seite auf Widerspruch stiess.

---

[1]) Nach Olig. Jacobaeus Anatome piscis Torpedinis motusque tremuli examen in Th. Bartholin Acta medica et philos. Hafniensia. Tom. V. Ann. 1677—79. Hafniae, 1680. 4. p.253—259. Mit 3 Taf.

[2]) De Motu animalium. Ed. Altera Lugd. Bat. 1685. 4. Part. II. Cap. XXI. Propos. 219. Torpedinis vis stupefactiva.

[3]) Amoenitat. academ. Holmiae et Lips. 1749. 8. Vol. I. p. 308.

[4]) Des Effets que produit le Poisson appelé en français Torpille ou Tremble, sur ceux qui le touchent, et de la cause dont ils dépendent, en Hist. de l'Ac. roy. des Sciences. Année 1714. Paris. 1717. 4. Histoire p. 19—22, Mémoires p. 344—360. Pl. 12 und 13. (lu 14. Nov. 1714.)

Während so die Wirkung des Zitterrochens auf rein mechanische Momente zurückgeführt schien, öffneten sich mit der Bekanntschaft mit den übrigen elektrischen Fischen, ganz neue Bahnen der Anschauung, ganz neue Theorien, nachdem vorher die Physik in der Elektricitätslehre ausserordentliche Fortschritte gemacht hatte.

Die sogenannte Leydener Flasche wurde nämlich 1745 von Kleist und wohl unabhängig davon im folgenden Jahre, zu seinem eigenen grössten Schrecken von Musschenbroek entdeckt, und mit ausserordentlicher Schnelligkeit durcheilte diese glänzende Entdeckung die Welt, überall wurden die Versuche damit wiederholt und allgemein hatte man das Streben geheimnissvoll erschütternde Kraftäusserungen ähnlichen Anordnungen zuzuschreiben: zu hoch darf man es deshalb nicht anschlagen, wenn der um die Conchyliologie und Botanik so verdiente Adanson[1]), als er 1751 am Senegal die Bekanntschaft des Zitterwelses machte, dessen Schlag sofort mit dem der Leydener Flasche vergleicht und bemerkt, derselbe pflanzte sich ebenso wie dieser durch einen 5—6′ langen Eisendraht fort, er hatte ja Paris grade in der Zeit verlassen als die Leydener Flasche, als wunderbarstes Instrument, in den Händen Jedermanns war. Der erste, der den Zitterwels kennen lehrte, war übrigens nicht Adanson, sondern der englische Schiffscapitän Rich. Jobson[2]), der 1620 den Gambia befuhr: er beschreibt den Fisch und erzählt von seiner wunderbar betäubenden Kraft; Adanson aber ist der Erste, der diese mit der Elektricität vergleicht.

Der französiche Astronom Richer[3]), der 1672 auf der Insel Cayenne die Verkürzung des Secundenpendels unter dem Aequator beobachtete, giebt auch beiläufig einige Nachrichten, und das sind die ersten, welche darüber bekannt werden, von einem in den Flüssen

---

[1]) Histoire naturelle du Sénégal (Voyage fait de 1749—1753). Paris 1757. 4. p. 135 (Sept. 1751).

[2]) Sammlung aller Reisebeschreibungen . . . Bd. III. Leipzig 1748. 4. pag. 42 und Purchas Pilgrimes in five books. P. II. London 1625 fol. p. 1566.

[3]) Histoire de l'Acad. des Sciences. Vol. I. Année 1666—1686. Paris (réimpr.) 1733, 4. Année 1674. p. 176. 177.

Guiana's vorkommenden aalartigen Fisch, der den berührenden Arm auf eine wunderbare höchst kraftvolle Weise betäubte.[1]) Aehnliche unbestimmte Angaben gelangten bald noch mehrere nach Europa: Artedi[2]) beschrieb diesen Fisch als Gymnotus und Gaubius bildete das Exemplar, das Allamand in Leyden geschickt erhielt, in seiner Ausgabe von Seba's Thesaurus ab. Genauere Nachrichten gab aber erst, auf eine Anfrage Allamand's, 's Gravesande[3]), der damals Gouverneur zu Rio Essequebo war; 1754 schrieb er: „der Aal bringt dieselbe Wirkung hervor wie die Elektricität, wie ich sie bei Euch von jener elektrischen Flasche gefühlt habe."[4]) Aehnliche, aber noch genauere Angaben, macht unterm 7. Juni 1761 Frans van der Lott[5]), Chirurg in holländischen Diensten zu Rio Essequebo, an die Haarlemer Gesellschaft. Derselbe leitet den Schlag des Gymnotus durch fünf Personen, erfährt, dass die Conductoren der Elektricität ihn durchlassen, während man mit Isolatoren ungestraft den Fisch berühren kann, und findet so, dass seine Kraft mit der Elektricität die grösste Aehnlichkeit hat. Aehnliche Versuche stellte der Schwede Forskål[6]) 1762 an, als er den Zitterwels im Nil fand: „Nichts, sagt er, gleicht seinem Schlage mehr als die Elektricität, und wenn man den Fisch an seidenen Fäden aufgehängt hat, theilt sich sein Schlag, wie die Elektricität, durch Eisen mit."

So war also zugleich mit der Bekanntschaft mit den beiden neuen

---

[1]) Ueber die ersten Kenntnisse von dem Zitteraal findet man die Nachrichten zusammengestellt in Garn (praeside G. A. Langguth) Diss. inaug. med. de Torpedine recentiorum genere Anguillula. Wittenbergae 1778. 4.

[2]) P. Artedi Ichthyologia s. opera omnia de Piscibus. Op. post. ed. Linné. Lugd. Batav. 1738. 8. Pt. III. Genera pisc. p. 25.

[3]) Allamand Van de uitwerkzelen, welke een Americaanse Vis veroorzaakt op degeenen, die hem anraken. Verhand. v. d. Haarlem. Maatsch. II. Haarl. 1758. 8. p. 374.

[4]) Auch L. Th. Gronov berichtet über einige Versuche, die in Amerika mit dem Gymnotus angestellt waren; u. A. dass Metalle den Schlag leiten, Siegellack ihn hindert. S. dessen Gymnoti tremuli descriptio atque experimenta cum eo instituta in Acta helvetica physico . . . medica. Basiliae. IV. 1760. 4. pag. 26—35. Tab. III.

[5]) Kort Bericht van den Conger Aal. ibid. IV. 2. Haarl. 1762. p. 87—95.

[6]) Descriptio animal. quae in itin. orient. observavit. ed. C. Niebuhr. Hauniae 1775. 4. p. 16. Observ. 2.

elektrischen Fischen mit einem Male die Wirkung der Elektricität mit ins Spiel gezogen, und die Streitfrage nach der Ursache jener merkwürdigen Kraft trat in ein neues Stadium. Schon der berühmte Kämpfer[1]), als er in den 1680ger Jahren den Orient so aufmerksam durchforschte, vergleicht die Kraft der Wirkung der Persischen Torpedo der eines kalten Blitzschlages, worin ein etwas phantastischer Geschichtsschreiber also den frühesten Vergleich mit der Elektricität zu finden glauben könnte.

Aber noch hielten die meisten Vertreter der Wissenschaft fest an der Theorie Réaumur's, und als Musschenbroek, einer der ersten, welche die elektrische Theorie annahmen[2]), seine Meinung über die Elektricitätsentwickelung beim Zitteraal in einem Briefe an Nollet der französischen Akademie mittheilt, meint der Referent[3]) über diese Nachricht, beim Gymnotus dürfte es wohl ebenso sein, wie bei der Torpedo, wo auch erst nach langer Mühe Réaumur den Schlag auf mechanische Weise erklärt hätte. Die Versuche der Holländer waren aber zusprechend und Haller, der zuerst[4]) der Réaumur'schen Ansicht angehangen hatte, nimmt besonders nach van der Lott's Experimenten die Elektricitätsentwickelung beim Gymnotus und der Torpedo an[5]).

Aber es gebührt unbedingt dem Engländer John Walsh das Verdienst 1772 an der Torpedo[6]) und dann 1776 am Gymnotus[7]), von denen er mehrere lebend nach London bringen lassen, die Entwicklung der gewöhnlichen nun schon so bekannten Elektricität zur unbestreit-

---

[1]) Amoenitat. exotic. Lemgo. 1772. 4. p. 514.

[2]) Pet. van Musschenbroek Introductio ad philos. natur. Lugd. Batav. 1762. 4. Vol. I. §. 901—909.

[3]) Histoire de l'Acad. roy. des Sc. Année 1760. Paris 1766. 4. Histoire p. 21—23.

[4]) Elementa physiologiae. Vol. IV. Lausanne 1762. 4. p. 485.

[5]) Ibid. Vol. VIII. Bernae 1766. 4. Addenda D. D. Bernae 20. Jun. 1765. p. 176.

[6]) Walsh, On the electric Property of the Torpedo. Philos. Transact. Vol. 63. Pt. 2. 1773. London 1774. 4. p. 461—481 mit Tab. 19. (Letter to B. Franklin read 1. July 1773.)

[7]) Walsh selbst hat über seine Versuche am Gymnotus nichts veröffentlicht, es berichtet aber darüber Le Roy Lettre à M. Rozier sur l'étincelle électrique de l'Anguille de Surinam in Rozier Observat. et Mém. s. l. Physique etc. Octob. 1776. P. VIII. 4. p. 331—336.

baren Thatsache erhoben zu haben[1]). Walsh fand nämlich, dass der Schlag sich durch mehrere, beim Gymnotus bis 27 Personen fortpflanzte, wenn sie sich mit nassen Händen anfassten und bei der Torpedo um Rücken und Bauch, beim Gymnotus um Kopf und Schwanz eine Kette bildeten, dass ferner die Leiter der Elektricität den Schlag leiteten, wie die Isolatoren seine Mittheilung hinderten und dass man mit dem Gymnotus deutliche elektrische Funken erhalten könnte. Ferner entdeckte er, und das ist vielleicht der wichtigste Fortschritt in seinen Versuchen, dass bei der Torpedo sich Rücken und Bauch in einem elektrisch differenten Zustand zu einander befänden, dass wie bei der Leydener Flasche, die eine Seite des Organs positiv, die andere negativ elektrisch sei, während ihm die genaueren Verhältnisse der elektrischen Vertheilung noch unbekannt blieben; Walsh sah die elektrischen Organe also zuerst als elektrische Maschinen in einem bestimmten Sinne an, die nach dem Willen des Thieres in Thätigkeit gesetzt würden.

Der zweite grosse Schritt zur Erkenntniss der wunderbaren Wirkung der elektrischen Fische wurde durch Spallanzani[2]) 1783, besonders aber Galvani[3]) 1797 und den englischen Arzt Todd[4]) 1812 gethan, indem sie den Einfluss des Nervensystems auf die Elektricitätsentwicklung bewiesen, ein Verhältniss, was schon John Hunter[5]) geahnt hatte: nach Durchschneidung der Nerven der elektrischen

[1]) Die Royal Society erkannte das Verdienst ihres Mitgliedes durch die Ueberreichung der Copley-Medaille an, bei der der Präsident John Pringle seine Eingangs angeführte Rede hielt.

[2]) Lettera sopra la Torpedine. 23 Feb. 1783. in Opuscoli scelti sulle Scienze. T. VI. Milano 1783. 4. p. 73—104, dann Lettera prima relativa a diverse produzioni marine. 15 Gennajo 1784 in Memorie di Matematica e Fisica della società Italiana T. II. Pt. 2. Verona 1784. 4. p. 648—657. §. 15. Torpedini. (übersetzt in (Gehler) Sammlungen zur Physik und Naturgesch. Bd. 4. St. 3. Leipzig 1789. 8. S. 338—348) wo die musculi falcati zuerst „elektrische Organe" genannt werden.

[3]) Mitgetheilt von seinem Neffen Giov. Aldini Essai théorique et expérim. s. l. Galvanisme. Bd. II. Paris 1804. 8. p. 68. 69.

[4]) Some observations and experiments made on the Torpedo at the Cape of Good Hope 1812. in Philos. Transact. 1816. I. p. 120—127 (read 15 Feb. 1815).

[5]) Anatom. Observat. on the Torpedo. Phil. Transact Vol. 63. 1773. London 1774. p. 487.

Organe an der Torpedo, befanden sich zwar die Fische noch ganz wohl, allein zu elektrischen Schlägen konnten sie nicht mehr veranlasst werden und ebenso hörten diese auf, wenn nur das Gehirn allein zerstört war. Später wurde durch Jacopi[1]) und Tiedemann[2]) diese Abhängigkeit der Elektricitätserregung vom Nervensystem noch genauer dahin bestimmt, dass bei der Torpedo ein besonderer Theil im Gehirn, die *lobi electrici* diese Wirkung allein beherrschten. Beim Gymnotus liegen diese Nervencentren im Rückenmark, und beim Malapterurus hat in der neuesten Zeit Th. Bilharz[3]) im oberen Theil des Rückenmarks jederseits eine grosse Ganglienzelle aufgefunden, aus welcher die einfache Nervenfaser des elektrischen Organs entspringt.

Ein bedeutendes Interesse gewinnen die elektrischen Fische durch die besondere Aufmerksamkeit, die ihnen einer der grössten Physiker, Alex. Volta, widmete, indem er ihre Wirkung auf die seiner Säule zurückführen wollte und diese sogar im Gegensatz zum elektrischen Organ der Torpedo, „*Organe électrique artificiel*" nannte[4]). Volta meinte durch den Einfluss der Nerven würden die Plättchen des Organs einander genähert, die richtige Menge Flüssigkeit zwischen sie gedrängt und auf diese Weise eine Säule dritter Classe d. h. eine nur aus feuchten Leitern bestehende hergestellt und schlug zur Bestätigung dieser Ansicht dem Physiker Configliacchi, der in Gemeinschaft des Physiologen Jacopi sich mit dem Zitterrochen beschäftigte, eine Reihe von Versuchen vor[5]), die, wie man denken kann, nicht gelangen[6]). Ferner

[1]) Elementi di Fisiologia et Notomia comparata 1810.

[2]) Ueber das Hirn und die fingerfr. Fortsätze der Trigeln in Meckel's Archiv 1816 p. 109.

[3]) Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857. fol.

[4]) Volta, On the Electricity excited by the mere Contact of conducting Substances of different kinds. Letter to Jos. Banks d. D. Côme 20 Mars 1800. in Phil. Transact. 1800. II. 403—431.

[5]) Volta Sopra Esperienze ed Osservationi da intraprendersi sulle Torpedini. Lettera al P. Congfigliacchi d. D. Como 15 Jul. 1805 in Brugnatelli Annal. d. Chim. e Storia nat. 1805. T. 22. p. 223—248 (mit bedeutungsvollen Anmerkungen übersetzt von J. W. Ritter in Gehlen Journ. f. d. Chem. Phys. u. Min. IV. 1807. p. 612—647).

[6]) Configliacchi's Antwort auf diesen Brief d. D. 6. Aug. 1805. a. e. a. O. (Brugnatelli p. 249—256 und Gehlen p. 647—659).

gab Volta höchst geistreiche Versuche an, um das Dasein der galvanischen Elektricität darzuthun und die Richtung des vom Fische ausgehenden Stroms durch dessen physiologische Wirkung zu bestimmen.

Bevor ich jedoch auf die Bestätigung der Entwicklung galvanischer Elektricität bei den Zitterfischen eingehe, muss ich auf eine Arbeit über die Elektricitätsentwicklung überhaupt bei diesen Fischen zurückkommen, die, weil sie ihre Zeit so weit überragte, nur von geringem Einfluss auf den allgemeinen Fortschritt in diesem Felde gewesen ist und erst viel später in ihrem wahren Werthe hervortrat: ich meine Cavendish' Versuch, die Wirkung der Torpedo durch gemeine Elektricität nachzuahmen[1]). Dieser grosse Physiker bestätigte durch das Experiment die Möglichkeit der Walsh'schen Anschauungsweise der Torpedo. Eine Scheibe von Holz oder Leder, die jederseits mit einer Stanniolscheibe als Nachahmung der elektrischen Organe beklebt war, diente ihm zum Modell des Zitterrochens, das er in ein Gefäss mit Wasser setzte, die beiden Stanniolscheiben mit den beiden Belegungen einer aus 49 Flaschen bestehenden Leydener Batterie in Verbindung setzte und so alle Erscheinungen, die man bis dahin am Zitterrochen beobachtet hatte, auf völlig genügende Art darstellte.

Bis auf Cavendish hatte man meistens gemeint, die Elektricität ginge den besten und kürzesten Weg, Cavendish zeigte nun, wie ungereimt dieses sei und wie die Elektricität alle ihr dargebotenen Wege ginge, durch den besseren Leiter strömte nur mehr, als durch den schlechteren. Eine Torpedo erfüllte also das ganze Wasser bei ihrer Entladung mit elektrischen Strömungscurven (von denen Cavendish a. a. O. Tab. 3. Fig. 1. eine Abbildung giebt) und die eingetauchte Hand würde überall von der Elektricität durchflossen, um so fühlbarer, je näher dem Fisch und überhaupt nur von wenig, da das Wasser so eminent viel besser die Elektricität leite, wie sie.

Man sieht also, dass Cavendish bereits im Besitz der Grundzüge der von Ohm 1827 aufgestellten Gesetze war, die auch da nur noch langsam Eingang zu finden vermochten, und wie ausserordentlich gross

[1]) An Account of some Attempts to imitate the effects of the Torpedo by Electricity. Philos. Transact. Vol. 66. 1776. I. p. 196—225. Mit Tab. 3. (read 18 Jan. 1775).

diese Entdeckung der Elektricitätsvertheilung war, erhellt wohl daraus zur Genüge, dass bis auf die neueste Zeit ein grosser Theil der Experimentatoren mit den elektrischen Fischen, sich dieselbe nicht zu eigen gemacht haben und viele Versuche höchst wunderbar fanden, die man mit Hülfe von Cavendish' Princip für selbstverständlich halten muss.

Die Beweise, dass es wahre galvanische Elektricität sei, welche die elektrischen Fische erzeugen, wurden erst 1830 auf Anregung seines Bruders Sir Humphry Davy vollständig von John Davy [1]) an der Torpedo gegeben: Er beobachtete die Ablenkung des Multiplicators, die Magnetisirung eines Stahlstabes in einer Drahtspirale-deutliche Funken, die Walsh bereits am Gymnotus erlangt hatte, die Zersetzung des Wassers und salpetersauren Silbers und bestimmte zuerst die Richtung des von der Torpedo erzeugten Elektricitätsstroms dahin, dass die positive Elektricität im Wasser vom Rücken zum Bauche des Fisches strömte. Später [2]) fügte er zu diesen Versuchen noch die Reduction von Jod aus Jodkaliumkleister und die Wärmeentwickelung in einer Thermokette durch die Elektricität der Torpedo hinzu. Viele dieser Versuche hatte bereits 1805 Volta in seinem o. a. Briefe an Configliacchi vorgeschlagen. Für den Gymnotus wurden die entsprechenden Versuche 1838 von Faraday [3]) und 1839 von Schönbein [4]) für den Malapterurus 1855 von Ranzi [5])

---

[1]) An Account on some Experiments and Observ. on the Torpedo. d. D. Malta 30 Sept. 1830. Phil. Transact. 1832. II. p. 259—265. (read. 22 März 1832).

[2]) Observat. on the Torpedo etc. ibid. 1834. II. p. 542— 549. (read. 19 Jun. 1834).

[3]) On the character and direction of the elec. force of the Gymnotus. Exper. Research. Ser. XV. §. 23. Nr. 1749—1795. in Phil. Transact. 1839. I. p. 1—12 (read. 6 Dec. 1838). (Deutsch in Pogg. Ann. Ergänz. Bd. I. 1840. 385—405).

[4]) Beobachtung über die elektr. Wirkung des Zitteraals. Einladungsscb. zur Promotionsfeier des Pädagog. Basel 1841. 4.

[5]) Il nuovo Cimento. Giornale di Fisica etc. T. I. April 1855. p. 297. und ibid. T. II. December 1846. p. 447. Diese Beobachtungen, die Ranzi aus Florenz in Cairo anstellte, sind in der Wissenschaft wenig beachtet und von Matteucci aufmerksam gemacht, theilte sie du Bois Reymond erst vor Kurzem der deutschen Literatur mit. S. du Bois Reymond zur Geschichte der Entdeckungen am Zitterwels im Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859. März. p. 209—212.

und unabhängig davon 1857 von du Bois Reymond[1]) ausgeführt, und dabei gefunden, dass beim Zitteraal der Strom im Wasser vom Kopf zum Schwanz, beim Zitterwels aber vom Schwanz zum Kopf geht.

Walsh hat sich jeder Hypothese über die Entstehungsart der Elektricität bei den Zitterfischen enthalten, Galvani[2]) aber, dann Becquerel[3]) und in seiner ersten Zeit auch Matteucci nahmen an, dass die Elektricität sich im Gehirn der Torpedo bildete, durch die Nerven in die elektrischen Organe flösse und dort frei würde, eine Meinung, die der Letztere aber bald selbst völlig widerlegte, die man jedoch wunderbarer Weise in den neuesten Werken der Becquerels[4]) festgehalten findet. Lange Zeit herrschte Volta's Ansicht, dass die elektrischen Organe Volta'sche Säulen wären, die nur aus feuchten Leitern beständen, während sie I. W. Ritter[5]) auf nicht ganz klare Weise mit seiner secundären (Ladungs-) Säule vergleicht. Valentin[6]) sieht die elektrischen Organe als Volta'sche Säulen an, die jedoch durch den Nerveneinfluss gleichsam erst zusammengeordnet würden und in Wirksamkeit träten, während Pacini[7]), der entdeckte, dass in jedem Septum die Nervensubstanz und das stützende Bindegewebe in zwei Lagen gesondert sind, in jedem Septum die Elemente einer Ther-

---

[1]) Nachricht von einem nach Berlin gelangten lebenden Zitterwels in Monatsber Berl. Akad. 13. Aug. 1857. p. 424—429. Auch in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre etc. 1858. IV. p. 91—96.

[2]) Bei Aldini a. a. O.

[3]) Traité expériment. de l'Electric. et du Magnet. Vol. IV. Paris 1836 8. p. 290.

[4]) Becquerel et Edm. Becquerel Traité d'Electric. et du Magnet. Vol. I. Paris 1855. 8. p. 267. und dieselben Résumé de l'hist. de l'Electric. et du Magnet. Paris 1858. 8. p. 176.

[5]) Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. Bd. II. Stück 3 u. 4. Jena 1805. 8. p. 245 Note p. 245 Note und s. in Bemerk. zu Volta's o. a. Brief in Gehlen Journ. f. d. Chem., Phys und Min. IV. 1807. p. 644. Note.

[6]) Elektricität der Thiere in Wagner Handwörterbuch der Physiol. Bd. I. 1842. p. 176. 277.

[7]) Sulla struct. intima dell' organo elett. del Gymnoto etc. (Gaz. medica italian. federat. Firenze 1852.)

mokette, in dem Nerveneinfluss ein Analogon der Wärme findet, und so die Elektricität entstehen lässt.

Seit Redi hat man die elektrischen Organe vielfach mit Muskeln verglichen und theilweise geradezu als solche angesehen, aber erst G. Carus[1]) und jedoch viel unklarer, H. Steffens[2]) trieben diesen Vergleich weiter und Carus sagt mit einfachen Worten, „wie der Muskel sich contrahirt, giebt das elektrische Organ eine Entladung". Fast alle vergleichenden Anatomen nach ihm handeln die elektrischen Organe bei den Bewegungsapparaten ab, oder auch in Verbindung mit den Leuchtorganen der Lampyris, eine Annäherung, die durch Kölliker's schöne Entdeckungen darüber völlig gerechtfertigt ist. Weiterer Werth wurde jedoch auf diese Analogie nicht gelegt und das Verdienst die Tragweite dieses Vergleiches in ihrem vollen Maasse erkannt zu haben, gebührt unstreitig Matteucci.

Matteucci[3]) zeigte, dass alle Einflüsse, die bei einem Muskel Contraction, beim elektrischen Organ eine Entladung zur Folge haben, und dass das elektrische Organ dabei ebensowenig wie der Muskel bei seiner Contraction eine Volumsveränderung erleidet. An mit Strychnin vergifteten Zitterrochen legt er die Analogie am klarsten dar, denn in derselben Zeit, wo die Muskeln des Rochens in den heftigsten Tetanus fallen, geben die elektrischen Organe die kräftigsten Entladungen und ebenso wie die Muskeln durch solche Gifte ins Stadium der leichten Auslösung der Reflexe gerathen, geben dann die elektrischen Organe Reflexentladungen auf leichte Reize. Auch ausgeschnittene elektrische Organe lassen sich von ihren Nerven leicht zu Entladungen reizen, am leichtesten treten diese aber ein bei Berührung der elektrischen Lappen des Gehirns.

So scheint die Analogie zwischen Muskel und electrischem Organ

---

[1]) Lehrbuch der Zootomie. Leipzig 1818. 8. p. 298. 299.

[2]) Ueber die elektrischen Fische in L. Wachler Philomathie von Freunden der Wissensch. und Kunst. Bd. I. Frankf. a.M. 1818. 8. p. 143 ff. (Gelesen 3. Dec. 1817.) Schon Ritter a. a. O. Beiträge p. 247. Note hatte ähnliche Ansichten ausgesprochen.

[3]) Traité s. l. phénomènes électrophysiolog. des Animaux, suivi d'Etudes anat. s. l. Syst. nerv. et s. l'org. élec. d. l. Torpille par P. Savi. Paris 1844. 8. p. 145—181.

in Bezug auf ihre Innervirung hinreichend bewiesen und R. Wagner[1]), der 1846 in Pisa Matteucci's Versuche bestätigte, erkennt sie als treffend an und du Bois Reymond[2]) hat neuerdings gezeigt, dass, wenn man auf den Nerven des elektrischen Organs des Zitterwelses einen tetanisirenden Strom wirken lässt, dieses eine Reihe dichtgedrängter Schläge giebt, gerade wie unter denselben Verhältnissen ein Muskel, nach seinen Entdeckungen, auch eine dichtgedrängte Reihe von Contractionen macht und nur für unser Auge sich stetig zusammenzuziehen scheint.

Auf der andern Seite zeigt aber Eckhard[3]) bei der Torpedo und du Bois Reymond[4]) am Malapterurus, dass den elektrischen Organen das dem Muskelstrome analoge elektrische Verhalten abgeht, während es dagegen wieder von Alters her bekannt ist, dass die elektrischen Fische nach häufigem Gebrauche ihrer Kraft ermüden und erst Ruhe und Nahrung ihnen das Vermögen zu neuen kräftigen Entladungen wiedergeben, gerade wie Muskeln durch Ruhe und Nahrung zu neuer Arbeit sich stärken.

Wie nun neuerdings Haller's Lehre von der Irritabilität der Muskelsubstanz besonders durch Cl. Bernard's und Kölliker's Wuralivergiftungen und durch W. Kühne's directe Reizung der Muskeln durch chemische Agentien wieder kraftvoll ins Leben getreten ist, so darf man auch vielleicht vermuthen, dass auch die elektrischen Organe ohne Vermittlung der Nerven zu elektrischen Entladungen im Stande sein werden, eine Meinung für die sich auch Goodsir[5]) bereits ausgesprochen hat.

---

[1]) Sympat. Nerv., Ganglienstruct. und Nervenend. in s. Handwörterbuch der Physiol. Bd. III. 1. 1846, p. 379—881.

[2]) Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus Westafrika in Monatsber. der Berl. Akad. 1858. Jan. 28. (p. 84—111) p. 106. Auch in Moleschott's Untersuchungen etc. Bd. V. 109—137. 1858.

[3]) Zur Physiologie des elektrischen Organs beim Zitterrochen, in seinen Beiträgen zur Anat. und Physiol. Heft II. Giessen. 1858. 4. p. 161. 162.

[4]) A. a. O. p. 105.

[5]) Review of the present state of organic Electricity in Edinburgh new Philos. Journ. New Series. Vol. II. 1855. p. 376.

Bei allem Licht, das auf diese Weise in die Anschauung der Zitterfische gebracht ist, bleibt dennoch ein bislang gänzlich unlösliches Räthsel bei ihnen übrig. Durch die Versuche Humboldt's, Matteuccis, R. Wagner's u. A. erhellt auf's Bestimmteste, dass die Muskeln und Nerven der Zitterfische grade wie diese Theile anderer Thiere auf die gewöhnliche Art durch Elektricität reizbar sind und Matteucci's Versuche zeigen sogar, dass für die elektrischen Organe auch Nobili's Gesetz der Zuckungen Geltung hat, ferner weiss man seit Galvani, dass die Elektricität der Zitterfische sich gerade wie die gewöhnliche Elektricität zum Froschpräparat verhält, und du Bois Reymond[1]) hat durch directen Versuch bewiesen, dass der Zitterwels im Augenblick des Schlages vom elektrischen Strome durchflossen wird — und dennoch lehren alle Beobachtungen, dass der Fisch durch seinen eigenen Schlag zu keiner Muskelbewegung veranlasst wird, und dass dieser (wohl nur bis zu einer bestimmten Grenze) auch für Seinesgleichen nicht fühlbar ist, wie Humboldt's[2]) und Colladon's[3]) Versuche beweisen, ferner fand du Bois Reymond[4]), dass, wenn er elektrische Ströme durchs Wasser leitete, welche die andern Fische darin völlig lähmten, seine Zitterwelse darin unbelästigt blieben, bis sie ausserordentlich verstärkt wurden, wo sie die Ströme zu merken schienen, und Fahlberg[5]) sah seinen Zitteraal, der in elektrisirtem Wasser schwamm, nur dann zusammenfahren, wenn er seinen Kopf aus dem Wasser hob und man ihm dann einen elektrischen Funken herauszog, wo er also durch einen sehr starken Strom gereizt wurde. Aus Allem geht demnach hervor, dass die Zitterfische, wie du Bois es nennt, eine

---

[1]) a. a. O. p. 107.

[2]) Observ. s. l'Anguille élec. lu à l'inst. de Fr. 20. Oct. 1806 in Humboldt et Bonpland Observ. de Zool. et d'Anat. comp. I. Paris 1811. 4. p. 79. 80.

[3]) Expériences s. l. Torpille in Compt. Rend. 24. Oct. 1836. III. 490 (Pogg. Ann. Bd. 39. 1836. p. 413).

[4]) a. a. O. p. 107.

[5]) Beskrifning ofver Electriske Aalen in Vetensk. Akad. Nya Handl. T. 22. 1801. Stockholm 1801. 8. p. 122—156 mit Taf. 2. (Gilb. Ann. der Phys. Bd. 14. 1803. p. 416—422. Auszug).

Immunität gegen den elektrischen Strom besitzen, die es ihnen ja auch allein ermöglicht, ihre wunderbare Kraft als Waffe zu gebrauchen. Mit Hülfe Cavendish' Princip übersieht man wie ausserordentlich stark der Strom des Zitteraals sein muss, wenn er Pferde zu Boden werfen soll, und jene Immunität tritt als wunderbarste Thatsache unerklärt entgegen.

# IX.

## Ueber Gallenfarbstoffe und ihre Auffindung.

Von E. Brücke.

(Aus dem XXXV. Bande, S. 13 des Jahrganges 1859 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Im December vorigen Jahres machte Dr. Valentiner in Günsburg's Zeitschrift bekannt, dass sich aus Gallensteinen, aus der Galle, ferner aus den Lebern der Icterischen, oft auch aus anderen Geweben derselben mittelst Chloroform eine krystallinische Substanz erhalten lasse, welche verschieden von den bisher bekannten Gallenfarbstoffen sei und in allen ihren Eigenschaften mit dem Hämatoidin übereinstimme. Die chloroformige Lösung gab mit Salpetersäure in besonders schöner Weise die bekannte Farbenfolge der Gmelin'schen Gallenprobe; dagegen „enthielt nach Entfernung der in Chloroform löslichen Farbstoffe die immer noch stark dunkelgrün pigmentirte Galle kein Substrat der Gallenpigmentreaction mehr". Dr. Valentiner schlägt deshalb vor, da, wo es sich darum handelt, kleine Mengen von Gallenfarbstoff in einer Flüssigkeit nachzuweisen, diese mit Chloroform anhaltend zu schütteln und letzteres nach wieder erfolgter Trennung direct mit Salpetersäure zu prüfen.

Da ich in meinen Vorlesungen gerade von der Galle handelte, so machte ich mich sogleich, als jene interessanten Beobachtungen zu meiner Kenntniss gelangten, daran, die Krystalle darzustellen, theils

um zu meiner eigenen Belehrung Dr. Valentiner's Versuche mit denselben zu wiederholen. Ich schüttelte den Inhalt von einer Anzahl menschlicher Gallenblasen mit Chloroform, goss nach erfolgter Trennung die Galle von dem specifisch schwereren, nun gelb gefärbten Menstruum so vollständig als möglich ab, und filtrirte letzteres dann durch ein doppeltes Papierfiltrum, welches den Rest der Galle zurückhielt. Das Filtrat wurde in eine Retorte gegossen und das Chloroform langsam, ohne es sieden zu lassen, im Wasserbade abdestillirt. Der Rückstand wurde nach dem Erkalten mit Weingeist von 94 Volumprocent Alkohol übergossen; die Krystalle hafteten theils an der Innenseite der Retorte, theils senkten sie sich nach dem Umschütteln mit Weingeist wie rothes Ziegelmehl herab. Der Weingeist wurde abgegossen, die Krystalle so vollständig wie möglich herausbefördert und durch Dekantiren mit Alkohol und Aether gereinigt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte darauf, dass ihnen keine fremdartige Substanz mehr beigemengt sei.

Abgesehen von einigen von Dr. Valentiner angegebenen Versuchen, welche ich mit den Krystallen anstellte, richtete ich meine Aufmerksamkeit zunächst darauf, ob in der That die durch Chloroform erschöpfte Galle die Farbenveränderungen mit Salpetersäure nicht mehr zeige. Ich dampfte einen Theil der von Chloroform abgegossenen Galle im Wasserbade zum Trocknen ab, pulverte sie, extrahirte sie mit Chloroform, filtrirte dasselbe ab, leerte den Filterrückstand wieder in eine Flasche, übergoss ihn mit neuem Chloroform und fügte dann wieder so viel Wasser hinzu, dass sich die trockene Galle darin löste. Nun extrahirte ich durch Schütteln weiter, indem ich das Chloroform von Zeit zu Zeit erneuerte; es nahm immer weniger Farbstoff auf, die Farbenveränderungen, welche es mit Salpetersäure zeigte, wurden immer schwächer und zuletzt unmerklich. Von der nun abgegossenen Galle wurde eine kleine Quantität mit vielem Wasser verdünnt, der Gmelin'schen Probe unterworfen und zeigte den Farbenwechsel sehr schön. Ich habe den Versuch mehrmals wiederholt und ihn theils in der ursprünglichen von Gmelin angegebenen Form angestellt, theils mit der Modification, welche ich vor zehn Jahren an dieser

Probe angebracht habe und welche darin besteht, dass nur verdünnte Salpetersäure hinzugesetzt wird und dann concentrirte Schwefelsäure, welche sich zu Boden senkt und von unten her den Zersetzungsprocess einleitet, so dass man sämmtliche Farben gleichzeitig in über einander liegenden Schichten beobachten kann. Stets erhielt ich dasselbe positive Resultat.

Diese Thatsache war in offenem Widerspruche mit Dr. Valentiner's Angabe, und es fragte sich, wie ich sie erklären sollte. Die durch Chloroform erschöpfte Galle bildete mit Wasser grüne Lösungen, dieselben wurden auch durch Zusatz von Kali nicht gelb, sondern nur ein wenig mehr gelbgrün, durch Salzsäure mehr blaugrün. Ich vermuthete deshalb, dass vielleicht von den beiden als Biliphäin und Biliveridin bekannten Farbstoffen, welche Object der Gmelin'schen Probe sind, der eine, das Biliphäin, in Chloroform löslich sei, der andere nicht, und es lag deshalb nahe, zu untersuchen, ob nicht die aus dem Chloroform erhaltenen Krystalle krystallisirtes Biliphäin oder doch eine krystallisirte Verbindung des Biliphäins seien. Es würde dies ihre von Dr. Valentiner vertheidigte Identität mit dem Hämatoidin keineswegs ausschliessen. Virchow hat schon vor eilf Jahren auf die Analogien mit dem Biliphäin (Cholepyrrhin) aufmerksam gemacht, welche ihm sein Hämatoidin bei Einwirkung gewisser Reagentien darbot.[1])

Ich stellte desshalb zunächst eine neue Quantität von Krystallen dar, löste sie, nachdem sie gereinigt waren, in Ammoniak, und fügte dann so viel verdünnte Chlorwasserstoffsäure hinzu, dass die Flüssigkeit sauer reagirte. Sie trübte sich, und beim Umschütteln sammelte sich die Trübung in gelb-bräunlichen Flocken, von denen beim Filtriren

---

[1]) Virchow kommt zu dem Resultate, dass sein Hämatoidin vom Biliphäin verschieden sei; indessen sagt er, dass die Unterschiede zwar nach dem jetzigen Stande der Chemie schon zu einer Unterscheidung genügen; aber dass sie keine absoluten sind, sondern mehr auf Verschiedenheit in der Cohäsion zurückführen, ja dass sogar eine ausserordentlich grosse Aehnlichkeit zwischen beiden Farbstoffen nicht weggeläugnet werden kann. Er findet es schliesslich am wahrscheinlichsten, dass der Blutfarbstoff sich allmälig in Gallenfarbstoff umwandele, und das Hämatoidin ein Glied in der Reihe dieser Umwandlungs-Produkte sei. (Arch. f. path. Anat. Bd. I, S. 421 ff.)

die Flüssigkeit vollkommen farblos abtropfte. Diese Flocken erschienen unter dem Mikroskope mit gelber Farbe durchscheinend und vollständig amorph. Rasch mit destillirtem Wasser ausgewaschen, zeigten sie in ihrem Verhalten gegen Reagentien die Eigenschaften des Biliphäins, wie dieselben seit langer Zeit und am genauesten durch die Untersuchungen von Heintz bekannt sind.[1])

Ingleichen absorbirten ihre alkalischen Lösungen Sauerstoff aus der Luft und färbten sich grün von gebildetem Biliverdin.

Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob die Krystalle durch das Auflösen in Ammoniak und das Fällen mittelst Salzsäure eine chemische Veränderung erlitten hatten, oder ob sie sich durch blosses Auflösen des Biliphäins in Chloroform und Abdampfen desselben wieder gewinnen liesen. Gleich der erste Versuch entschied für das letztere. Da das amorphe Bilipphäin verbraucht worden war, um sein Verhalten gegen Reagentien zu prüfen, so löste ich eine neue, grössere Quantität von Krystallen in Ammoniak, fällte mit Chlorwasserstoffsäure, filtrirte und wusch aus. Es hatte sich während der Operation ein Theil des Biliphäins in Biliverdin umgewandelt, so dass der Filterrückstand grünlich gefärbt war. Ich brachte ihn unmittelbar nach dem Auswaschen und noch feucht in Chloroform, worin ich ihn unter Schütteln und gelindem Erwärmen auflöste. Die Flüssigkeit war gelbgrün gefärbt, als ich sie aber filtrirte, wurde sie gelb. Auf dem Grunde des Filtrums blieb ein grüner Beschlag zurück, während der Rand desselben, in den sich die chloroformige Lösung unter Verdunsten des

---

[1]) Ein Unterschied zeigte sich darin, dass sie beim Kochen mit Alkohol denselben viel weniger tief färbten, als dies frühere Beobachter beschreiben; da sie sich aber gegen kaustische und kohlensaure Alkalien, gegen Chlorbaryum, gegen Salpetersäure, gegen Chlorwasserstoffsäure, gegen den Sauerstoff der Atmosphäre etc. ganz wie Biliphäin verhielten, so muss man wohl annehmen, dass das früher dargestellte Biliphäin irgend eine Beimischung enthielt, welche entweder selbst färbende Kraft besass, oder die an sich geringe Löslichkeit des Biliphäins in kochendem Alkohol vermehrte. Ich muss hiezu bemerken, dass der nach dem Abdestiliren des Chloroforms auf den Retortenrückstand gegossene Weingeist sich immer tief braun färbte und beim langsamen Verdampfen an der Luft ausser Cholesterin und wenig Biliphäin schwarzbraune Massen ausschied. Hier war also durch den Weingeist ein mit dunkelbrauner Farbe löslicher Stoff entfernt worden, der vielleicht bei früheren Versuchen ganz oder theilweise mit dem Biliphäin gemengt blieb.

Menstruums infiltrirt hatte, orangegelb gefärbt war. Also nur das Biliphäin war im Chloroform gelöst, das Biliverdin mechanisch darin vertheilt gewesen.

Von der gelben Lösung wurde das Chloroform abdestillirt, den Rückstand fand ich fast seiner ganzen Masse nach wieder krystallinisch, nur ein sehr kleiner Theil des Biliphäins war amorph geblieben.

Kehren wir zu dem Ausgangspunkte unserer Versuche, zur Gmelin'schen Gallenfarbstoffprobe zurück, so sehen wir aus dem obigen, dass das vom Dr. Valentiner empfohlene Chloroform zwar ein vortreffliches Mittel ist, um das eine ihrer Objecte, das Biliphäin, zu extrahiren, dass dagegen das andere, das Biliverdin, nicht durch Chloroform erlangt wird, weil es sich in demselben nicht auflöst. Aber eben dadurch besitzen wir nunmehr im Chloroform ein Mittel nicht nur mit Leichtigkeit das Biliphäin rein darzustellen, sondern auch aus einem Gemenge von Biliphäin und Biliverdin das erstere auszuziehen und so das letztere zu reinigen. Umgekehrt kann man dem Biliphäin einen Gehalt an Biliverdin durch Weingeist entziehen, in dem letzteres sich leicht löst, während das Biliphäin darin schwerlöslich ist. Man kann auch reines Biliverdin so aus den rothen Krystallen darstellen, dass man sie in wässerigem kohlensauren Natron löst und die Lösung an der Luft Sauerstoff absorbiren lässt, wie dies Heintz bei seiner Darstellung des Biliverdins mit der Lösung des aus Gallensteinen gewonnenen amorphen Biliphäins gethan hatte, endlich mit Salzsäure fällt, das Filtrat auswäscht und einen etwaigen Rest von Biliphäin mittelst Chloroform auszieht.

# X.

## Zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder.

Entgegnung von Dr. **L. Lehmann,**
Arzt am Bade Oeynhausen (Rehme).

Im sechsten Bande dieser Zeitschrift (S. 5 u. f.) befindet sich eine längere Abhandlung des Herrn Dr. Böcker über Wirkung der Sitzbäder, der Brause u. s. w. nach Versuchen, welche er an sich und einem seiner Schüler, dem Herrn Lampe, angestellt hat. Den Anfang zu dieser Abhandlung macht der aus meiner Abhandlung über diesen Gegenstand (1853, Archiv des Vereins z. Förd. d. wiss. Heilk. v. Vog. Nasse und Ben.) wörtlich angeführte, resumirende Theil, welcher nun revidirt und einer scharfen, theilweise verurtheilenden Kritik unterworfen wird.

Es geht Autoren wie Vätern. Einige Kinder sind ihnen, oft freilich unbewusst, besonders lieb. Meine Sitzbäderarbeit ist ein solches Lieblingskind von mir, und zwar dieses Mal bewusster Weise, da ich die durch dieselbe erhaltenen Resultate auch jetzt noch nach Prüfung der Böcker'schen Kritik für wahr halte. Dieses zu beweisen ist das Ziel der folgenden Blätter.

Der Gang bei diesem Beweise soll folgender sein. Zuerst werde ich einige Ausstellungen Böcker's an der Methode meiner Untersuchungen und den daraus gezogenen Schlüssen, zweitens meinen eigenen Standpunkt bei Beurtheilung des Einflusses, welchen die Mathematik auf die medicinische Statistik haben kann, drittens den Böcker'schen Standpunkt überhaupt, insbesondere aber in Beziehung auf meine Arbeit

und schliesslich die von Böcker meinen Schlüssen gemachten Zugeständnisse und was daraus mit Nothwendigkeit folge, beurtheilen.

---

S. 63 a. a. O. bedauert B., dass ich meine Versuche „in zu weit von einander abgelegenen Tagen angestellt" habe.

Ich halte dieser Ansicht gegenüber die getadelte Seite meiner Versuche für eine Tugend derselben. Wenn man aus einer unbekannten Vielheit von Zahlen-Möglichkeiten die Schwankungen derselben durch willkürliches, nicht der Reihe folgendes Herausgreifen zu erkennen sucht, wird diese Methode ein wahrscheinlich richtigeres Resultat gewähren, als wollte man der Reihe folgen. Wenn aus einer Urne, welche 20 von der Einheit anfangende, der Reihe nach aufwärtssteigende Zahlen enthält, die einzelnen ohne Wahl achtmal herausgenommen worden, so habe ich mehr Aussicht unter diesen 8 Ziehungen auch die Zahl 20 zu bekommen, als wenn ich der Reihe folgen müsste. Ein nicht wahrscheinlicher Zufall könnte allerdings mir 8 Minima reichen, welche beim Folgen der Reihe sicherlich zum Vorschein kämen. Verlassen wir dieses Bild und kehren zur Wirklichkeit, so ist es mir wahrscheinlicher, dass ich die distantesten Möglichkeiten der Maxima und Minima der in Frage kommenden Körperausscheidungen erhalten werde, wenn ich durch Wochen und Monate getrennte Versuchstage unter gleichbleibenden Bedingungen beobachte, als wenn unmittelbar auf einander folgende Tage gewählt werden. Ich schliesse so von der Liste ungünstiger Zufälligkeiten besser die Möglichkeit aus, einseitige Maxima, Minima oder Mittelgrössen zu finden, welche die nachfolgende Vergleichung unsicher und irrig machen. — Bei der von mir eingehaltenen Methode giebt es nur folgende Möglichkeiten der zu findenden Resultate. Entweder erhalte ich, die extremsten Eventualitäten übergehend, als die meine Ausscheidungsgrössen bezeichnenden Ziffern nur Minima, nur Mittelgrössen und diese beiden; oder ich erhalte unter diesen, wenn auch nur vereinzelt auch ein Maximum; oder auch ich erhalte vorwaltend und ausschliesslich Maxima; im günstigsten und mir wahrscheinlichsten Falle aber diese alle unter-

mischt. Nur der erste Fall dieser Annahme würde die folgende Vergleichung beirren, und dieses auch dann nur, wenn die Reihe mit abgeänderter Bedingung — ein höchst unwahrscheinliches Schicksal — gerade auf die durch Maxima charakterisirten Tage verlegt worden wäre. In allen übrigen, genannten Fällen — und sie sind doch die wahrscheinlicheren — muss die von mir gewählte Methode am besten zum Ziele führen.

Wie aber wäre es, wenn die sogenannten normalen 8 Tage unmittelbar auf einander folgten? Ich habe bei meinen nun schon nicht wenigen Untersuchungen, welche eine ganze Reihe von unmittelbar sich folgenden, auf die 24stündige Periode sich ausdehnenden Beobachtungen umfassen, nicht selten viele Maxima und eben so häufig viele Minima nach einander kommen gesehen. Diesen Fall auch bei den hier besprochenen Untersuchungen vorausgesetzt, so ergebe derselbe einen störenden, durch Nichts auszugleichenden Irrthum.

Es bleibt dabei der Einwand übrig, dass mein Organismus in den zwischen den Versuchstagen liegenden Intervallen möglicherweise verändert, und dass durch die bekannten und unbekannten, ausserhalb und innerhalb des Körpers liegenden störenden Einflüsse die erfolgten Ausscheidungen wesentlich nach der höchsten oder niedrigsten Grenze hin verändert werden mussten.

Indessen hat die Vergleichung der in diesen, auf die getadelte Weise angestellten Beobachtungen erhaltenen Zahlen einerseits, die später noch oft für ähnliche (Archiv des Vereins II. 1) und andere Fragen („die Soolthermе zu Bad Oeynhausen und das gewöhnliche Wasser" Göttingen 1856) wiederholten Versuche anderseits bewiesen, dass dieser Einwand nicht statthaft ist. Mein Körpergewicht schwankt in allen diesen Beobachtungen, welche in die Zeiträume von 1853—1859 fallen, zwischen 57 und 59 Kilogramme. Wesentliche, mir bewusste Störungen hat mein Körper nicht erfahren. Es ist daher auch für die Leser dieser Zeitschrift interessant, zu sehen, wie gross unter gleicher Lebensweise die Urinausscheidungen meines Körpers bei vollständiger Inanition an Tagen, welche durch Jahre lange Intervalle getrennt waren, ausfielen. Man wird dann ein Urtheil gewinnen darüber,

ob meine oben aufgestellte Ansicht begründet ist. Die Zahlen bedeuten Grammen, die darüberstehende ( ) das Jahr.

(1853 Rolandseck.)

6 Morgenstunden: 201. 274. 226. 364. 194. 282. 290. 341. 231.

(1855 Rehme.)

6 „ 170

(1856 Rehme.)

5 „ 166. 136. 115. 272. 170. 120. 168.

4 „ 170. 111.

3 „ 97. 111. 80. 102.

Damit die Leser diese 5-, 4- und 3stündigen Uringrössen bei Fasten mit meinen 6stündigen vergleichen können, lasse ich hier einige aus meiner Arbeit (Archiv II. 1. S. 2) entlehnte Zeilen abdrucken:

„Sobald die Summe zweier, auf einander folgender Stunden (bei Fasten) mit 3 multiplicirt worden ist, darf man erwarten, der in Wirklichkeit während 6 Stunden entleerten Menge sehr nahe gekommen zu sein. Nehmen wir an, in der ersten Stunde seien 30 Grm., in der zweiten 45 Grm. entleert worden, so wird man ganz sicherlich nicht bedeutend irren, wenn man die nach 6 Stunden entleerte Gesammtquantität des Urins auf $3 \times 75 = 225$ Grm. schätzt. Der Rechnungsfehler, welcher hier entstehen kann, wird so unbedeutend sein, dass er für unsere Feststellungen ganz vernachlässigt werden darf. Denn in den meisten Fällen finden wir bei den Badeversuchen 150 u. s. w. Grm. Mehrergebniss, als die obige Rechnung erwartet."

Ausser dieser thatsächlich gestützten Beweisführung, erledigt sich B's Einwand noch durch folgende Betrachtung.

Wollte man — wie es bei der 24stündigen Periode allerdings wünschenswerth sein mag — auch bei den 6stündigen Fastversuchen die Tage auf einander folgen lassen, so müsste diese anstrengende und consumirende Lebensweise nach 8 Tagen — und diese Zahl genügt ja B. noch nicht einmal — den Organismus abnorm abändern. Das Ergebniss würde ohne Zweifel abnorm klein ausfallen. Die dann folgende Versuchsreihe mit abgeänderter Bedingung, welche wieder Fasten erfordert, würde fortschreitend den Organismus angreifen, und

die aus Vergleichung der Resultate folgenden Schlüsse unkenntlich machen.

Nach diesen Betrachtungen glaube ich den gedachten Tadel B.'s, die Methode meiner Versuche betreffend, abweisen zu dürfen. — Ich würde vielmehr Jedem, der diese oder ähnliche Fastversuche macht, den Rath geben, im Interesse seiner Arbeit ähnlich wie ich dabei zu verfahren. —

Was ferner, um auf eine zweite B.'sche Bemerkung einzugehen, die Kleinheit der von mir aufgestellten Reihe (8 Versuche auf jeder Seite) betrifft, so ist dieselbe doch doppelt so gross, als die von B. aufgeführte Lampe'sche Reihe. Dieser auch von B. für die gedachte Reihe selbst anerkannte Uebelstand würde nun allerdings die meinige nicht verbessern. Indessen kann ich doch nachweisen, dass meine Reihe besser ist als die Lampe'sche, woraus, wenn ich den Beweis geführt haben werde, sich ergeben muss, dass die aus meiner Reihe zu ziehenden Schlüsse nicht so zweifelhaft sind, als die aus dieser, was doch B. (a. a. O. S. 62) behauptet. Zieht man nämlich aus den in 8 von mir mitgetheilten Normalfastversuchen erhaltenen Urinmengen das successive Mittel, so ergeben sich folgende Zahlen, Gramme bedeutend:

238. 234. 266. 252. 257. 262. 272.

oder fängt man mit der letzten Stelle zur ersten fortschreitend an:

316. 238. 227. 254. 250. 253. 247.

Wir sehen, dass von oben an die Ziffer der ersten Ordnung (= 2) gleichbleibt. Die 5 letzten Zahlen unterscheiden sich nicht mehr wesentlich. Denn setzt man die Zahlen in der Ordnung der Einer (= 0 oder = 10), jenachdem dieselben die Höhe 5 nicht oder wohl erreichen, so heissen die 5 letzten successiven Mittel:

270. 250. 260. 260. 270.

oder in umgekehrter Richtung:

230. 250. 250. 250. 250.

Bei Urinmengen, wo wir unsere Schlüsse nur, wenn die 100 Stelle sich vermehrt zeigt, zu bilden wagen, ist eine, eine solche Folge von successiven Mitteln gebende Reihe gewiss keine gerade zu tadelnde.

Ziehe ich aber aus der Lampe'schen Reihe der Normal-Urinmengen

die successiven Mittel, so resultiren folgende Ziffern, C. c. m. bedeutend: a. a. O. S. 57 V. Tab.:

1344. 1470. 1374.

Hier sind die Ordnungen der Hundert nicht einmal gleich geblieben, folglich ist die Reihe der Zehner noch nicht so weit, sich irgend einem Mittel zu nähern.

Aus dieser Betrachtung dürfte sich meine Reihe besser als die Lampe'sche erweisen und demgemäss müsste der B.'sche Ausspruch (a. a. O.):

„und es erweisen sich, wenn man das Verhalten des Körpergewichts ausschliesst, die Lehmann'schen Versuche ebenso unentschieden, wie die von Lampe und mir"

modificirt werden. —

Nimmt man nun die oben bereits mitgetheilten, in späterer Zeit bei Fasten in Morgenstunden excernirten Harnmengen zu dieser, also betrachteten Reihe hinzu, so dürfte wohl ein Zweifel daran, dass mein Körper bei Inanition wesentlich grössere Mengen Harnes in der Morgenzeit auszuscheiden befähigt gewesen, gerechtfertigt sein. —

Es bleibt mir nun übrig, die die Allgemeinheit der von mir gezogenen Schlüsse betreffende Kritik noch mit einigen Worten zu besprechen. — Ich habe die von Anderen und mir angestellten Versuche immer nur als Beispiele aufgefasst wie irgend ein Agens den Stoffwechsel des Menschen beeinflusse. Aus solchem Beispiele folgerte ich, dass auch viele andere, mir ähnlich sich verhaltende Organismen ähnlicher Weise, wie ich, afficirt würden. Nie aber ist es mir eingefallen, aus diesen, einen Organismus betreffenden, Erfahrungen, alle Menschen betreffende Schlüsse zu ziehen. Wenn meine, von B. mitgetheilten Theses, diesen Zusatz nicht immer enthalten, so dürfte das des schleppenden Stiles wegen, der daraus hätte hervorgehen müssen, wohl zu entschuldigen sein. Ich hätte allerdings sagen müssen (Arch. I, 4) Thes. 2. Solche Sitzbäder machen bei mir und ähnlich sich verhaltenden Menschen den Puls seltener u. s. w.

Indessen habe ich damals beim Niederschreiben das daraus hervorgehende Missverständniss nicht vor Augen gehabt. —

In der Fortsetzung der Arbeit, welche im nächstfolgenden Archivhefte (II, 1) steht, findet sich aber eine Stelle, aus welcher hervorgeht, dass ich für die auf die höheren oder niederen Temperaturen des Badewassers zu beziehende Einwirkung individuelle Unterschiede vorhergesehen habe. Ich halte mich für berechtigt, meine Sitzbäderarbeit (Archiv I. 4 und II. 1) nicht auseinander betrachten zu lassen, da die später gefundenen Resultate auf meine Erfahrungen, die ich bei kalten Sitzbädern gewonnen hatte, nothwendig Einfluss üben mussten.

Da aber, um diese Seite der B.'schen Kritik möglichst rasch zu verlassen, ein Missverständniss meiner Arbeit möglich gewesen sein kann, so muss ich dafür dankbar sein, dass dasselbe öffentlich aufgeklärt werden konnte. Ich erkläre also, dass ich unsere physiologisch-chemischen Versuche immer nur als Beispiele betrachtet habe, durch welche eine mir unbekannte Anzahl anderer Menschen in ihrem Verhalten zu irgend einem Agens ebenfalls charakterisirt würde. Dass diese Anzahl alle Menschen seien, habe ich nie zu denken den Muth gehabt. Für unsern fraglichen Fall ausgedrückt, war mein Schluss so: Da verschieden warme Sitzbäder auf meinen Stoffwechsel einwirkten, so wird dieses auch bei Herrn B. — vorausgesetzt, dass derselbe fastet und sich nicht bewegt — bei irgend welchen Temperaturen der Fall sein. Sobald B. den Gegenbeweis geliefert haben wird, dass meine Voraussetzung auf ihn nicht passe, vorausgesetzt, dass er fastet und sich nicht bewegt, werde ich seinen Organismus aus der Zahl der mir ähnlich sich verhaltenden löschen. Die B.'schen Versuche sind bis heute mir kein Beweis, dass kalte Sitzbäder unter ähnlichem Verhalten, wie ich es beschrieben habe, bei ihm Körpergewichtsverluste und die Urinausscheidungen nicht steigere. Ich habe den lebhaften Wunsch, derselbe möge sich veranlasst sehen, in seinen nächstens fortzusetzenden Versuchen auch nur 4 Morgenstunden zum Fasten und Experimentiren zu verwenden, wodurch dann die Folge für seinen Körper deutlich hervortreten müsste.

Zwischen der von mir und von ihm bei unseren Beobachtungen eingehaltenen Lebensweise ergeben sich folgende Differenzen:

| | Böcker. | Lehmann. |
|---|---|---|
| 1. | Fahren auf der Eisenbahn . . | nicht |
| 2. | Bewegung auf die Höhe . . . | nicht |
| 3. | Trinken von 700 C. C. Wasser . | nicht |
| 4. | Trinken von 300 C. C. Milch . | nicht |
| 5. | Brod und Butter zum Frühstück | nicht |

(Anmerk. Die Tage 15. und 18. October müssen, weil ungleichmässig stärkere Bewegung einwirkte, wol besser gänzlich ausgeschieden werden.)

Möge nun der Leser urtheilen, ob ich im Rechte bin, wenn ich die B.'schen Versuche mit den meinigen, die ich vollständig fastend, ohne alle Bewegung, nicht selten frierend (um nur den unbekannten Einfluss der Bewegung aus dem Versuche fern zu halten) anstellte, unvergleichbar finde.

---

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen, welche für die Beurtheilung der Sache ersprieslich schienen, gehe ich auf Auseinandersetzung meiner Ansicht über die Frage ein: welchen Einfluss kann und soll die Mathematik auf die Statistik überhaupt und auf die medicinische Statistik insbesondere haben?

Die Statistik, deren Aufgabe darin besteht, irgend welche unter bekannten oder unbekannten Verhältnissen sich wiederholende Erscheinungen, Vorgänge und Existenzen zu zählen, um entweder schlechthin die Summe derselben genau kennen zu lernen, oder im weiteren Verfolg diese so kennen gelernte mit einer anderen, in ähnlicher Weise aber doch unter irgend bekannter Abänderung erhaltenen Summe zu vergleichen, — die Statistik, sage ich, bedient sich zu ihrer sichereren Leitung der Mathematik als Hülfswissenschaft. Von dieser holt sie sich die Gesetze, unter welchen aus der anzustellenden Vergleichung sichere Resultate folgen können. Die Mathematik verhält sich dabei zur Statistik wie die Logik zum Denken. Denn auch diese lehrt die Bedingungen, die Form, unter welchen anderweitig gegebene Begriffe definirt, Urtheile gebildet, Schlüsse gezogen werden können. Statistik ist in ihrem ganzen Umfange das durch Zahlen getragene

Denken, und die Mathematik ist die Logik dieser bestimmten Aeusserung des Denkens. Jeder Mann weiss, dass der beste Logiker ein schlechter Denker sein kann, und in demselben Verhältnisse kann der beste Mathematiker der schlechteste Statistiker sein. Erst wenn die Prämissen geprüft und unumstösslich richtig gegeben; wenn ferner die Folgesätze ebenso richtig formulirt worden sind; erst dann zeigt sich der Weg zur Bildung des richtigen Schlusses. Genau so müssen erst die Zahlen auf die verschiedene Art der menschlichen Erfahrung gesammelt, dieselben müssen erst in ihrer relativen oder absoluten, in ihrer individuellen oder generellen, in ihrer einmaligen oder ewigen Richtigkeit gegeben sein, bevor die Mathematik das Geschäft der Vergleichung leiten kann.

Die Erfahrung ist nun eine einfache, d. h. durch Prüfung irgend welcher gegebenen Objecte vermittelst unserer Sinne, oder eine complicirte und künstliche, d. h. Prüfung einer durch Absicht und die für diese angewandten, künstlichen Mittel erst hervorgerufenen Erscheinung vermittelst unserer Sinne. — Manche Erfahrungen sind flüchtig, nicht wieder zu machen, und dahin gehören viele der letztgenannten Art; andere Erfahrungen sind constante, immer neu zu machende. Es ist einleuchtend, dass diese eine viel sicherere Bedeutung und einen viel constanteren Werth haben müssen als jene, weil die ersteren willkürlich häufig gemessen, gewogen und gezählt werden können.

Die der Statistik vorgelegten Zahlen werden alle entweder den Werth der einen oder andern Ursprungsquelle haben. Dieselbe besitzt aber kein Mittel, diesen constanten oder weniger constanten Werth mit in Rechnung zu bringen.

Es wird bei solcher Sachlage der Dinge nicht selten vorkommen müssen, dass die Mathematik die von ihr behufs Vergleichung der Zahlen aufgestellten Gesetze nicht erfüllt sieht und ihre Hülfe bei der anzustellenden Vergleichung verweigert.

Diese Möglichkeit interessirt uns bei der vorliegenden Untersuchung. Physiologisch-chemische Versuche sind — genau mathematisch aufgefasst — niemals von wahren Zahlenwerthen gefolgt, da der verrinnende Tag mit der ihm gehörenden Beschaffenheit nicht wieder-

kehrt, das Versuchsobject morgen nicht mehr wie heute ist. Es würde sich nun fragen, ob es besser ist, die auf diesem Wege zu findenden Zahlen gar nicht zu haben, oder sie mit dem ihnen eigenthümlichen Werthe hinzunehmen und zu benutzen.

Ich trage kein Bedenken, mich für die letztere Hälfte der Frage zu entscheiden. Es ist aber einleuchtend, dass dann mit den gegebenen Zahlen ein nicht in Rechnung zu bringender Werth verbunden ist, die der Mathemathiker verständlicher Weise gar nicht beachten kann, der aber für eine richtige Folgerung als wesentlich für das Facit beachtet werden muss.

Daraus folgt mit Nothwendigkeit, dass derjenige, welcher die durch physiologisch-chemische Versuche erhaltenen Zahlen deuten will, nicht allein die Mathematik, sondern auch die Physiologie, d. h. den nur durch diese Wissenschaft zu schätzenden Nebenwerth der Zahlen — mit zu Rathe ziehen muss.

Aber man missverstehe mich nicht. Ich will nicht etwa die Mathematik und ihre Dienste für die Statistik unserer Versuche geringschätzen. Vielmehr erkenne ich dieselbe in ihrem ganzen und erhabenen Werthe an. Es ist nicht ihr Fehler, dass Zahlen, welche mit gewissen, nicht in Rechnung zu bringenden Fehlern behaftet sind, von ihr allein nicht richtig gedeutet werden.

Was ich von unseren Versuchen und dem Verhältniss der Mathematik zu ihnen behauptete, das gilt auch noch auf vielen anderen Gebieten. Es sei mir erlaubt, dies durch ein, wenn auch noch so triviales Beispiel zu erläutern. Ich bitte den Leser, die B.'sche Arbeit (a. a. O. S. 61. IX. Tabelle) aufzuschlagen. Ich lasse die Zahlen unverändert, nur sollen sie andere Objecte bezeichnen. Es sei von einem kaufmännischen Geschäfte die Rede. Die normale, durch Erfahrung bekannte Geschäftsführung vertrete die Stelle der einen Reihe „ohne Sitzbad"; die durch eine bekannte Abänderung alterirte Geschäftsführung die Stelle der andern Reihe, „mit Sitzbad." Man fragt: „Welche Art der Geschäftsführung war die kostspieligste?"

Ich lasse die durch B.'s Fleiss mathematisch verwerthete, statistische Antwort folgen. Die erste Reihe $a$, — die zweite $b$, die Zahlen bedeuten Thaler.

Es wurde ausgegeben:

| *a.* | *b.* |
|---|---|
| 201. 275. 227. 364. | 334. 674. 280. 200. |
| 194. 283. 291. 342. | 601. 364. 583. 668. |

Die von B. berechneten Mittelschwankungen in beiden Reihen sind beziehungsweise 58 und 176, die Mitteldifferenzen 191; und daher schliesst er *nominibus mutandis* S. 62 folgendermaassen:

„Man könne aus dieser Tabelle sehen, dass überall die Mittelunterschiede erheblich geringer ausfallen, als die Summe der mittleren Schwankungen, und dass man daher den Schluss auf vermehrte Ausgabe bei *b* nicht als sicherstehend betrachten dürfe.“ —

Man sieht nun aber leicht ein, dass das Missverhältniss zwischen der Summe der Mittelschwankungen und Differenzen noch ungünstiger wird, wenn man die 4 letzten Zahlen bei *b* noch mehr erhöht, während die ersten 4 unverändert bleiben. Die Ausgabe könnte auf diese Weise sehr ansehnlich vergrössert werden. Um so unsicherer würde der zu ziehende Schluss. Bei aller Achtung vor der Mathematik würde der Kaufmann bei einem fortgesetzten Versuch zu Schaden kommen und mit den gegebenen Zahlen sich begnügen, den Versuch einzustellen.

Wo also die Mathematik mit dem praktischen Verstande so in Widerspruch tritt, wie in diesem Falle, muss es Ursachen geben, welche diese Collision erzeugen. Bei meinen Sitzbädern wirkten in den letzten 4 Versuchen die abgeänderte Bedingung 2 mal und 3 mal ein. Deshalb musste die letzte Hälfte der Zahlen in besonders auffälliger Weise wachsen. Es scheint mir demnach angemessener, zu den von Radicke (Archiv f. ph. Heilk. v. Roser, Gr. u. W. 1858 zw. Hft. S. 145 anfangend) entwickelten Methoden noch folgende hinzuzufügen, durch welche die Mathematik noch besser im Stande ist, unsern Schlüssen zu Hülfe zu kommen.

Man bildet eine möglichst vollständige Normalreihe, deren Güte durch das successive Mittel von oben nach unten und umgekehrt geprüft wird. Handelt es sich um Urinmengen, so würde die Reihe

genügen, wenn die Zehnerstelle sich auszugleichen beginnt. Das arithmetische Mittel aus dieser Reihe nennen wir mit Radicke M. Wir berechnen ferner mit ihm die mittlere Schwankung $= \mu$.

Nun aber halte ich es nicht für nothwendig, im abgeänderten Versuche eine ebenso vollsändige Reihe zu bilden.

Denn die Mathematik setzt die Grenzen für das Normale fest. Dieselben liegen $M + \mu$ bis $M - \mu$. Die zwischen diesen Grenzen liegenden Grössen auf Seite der Abänderung berechtigen zu dem Schlusse keines, die ausserhalb nach oben oder unten liegenden Zahlen aber zum Schlusse eines Einflusses der Abänderung.

Nehmen wir nun den Fall, dass in einer gefundenen Normalreihe, deren Grenzen wir abstecken konnten, 20 Zahlen, auf der anderen Seite jedoch nur 5 ständen, so würden 3 ausserhalb der abgesteckten Grenzen, natürlich nach einer Richtung liegende Zahlen zu einem Schlusse berechtigen. In der That ist nicht einzusehen, was diese Art des Schlusses hindern könnte, da folgender Satz dazu berechtigt.

Entweder lehrt die Wahrscheinlichkeitsrechnung die Grenzen einer Reihe nicht oder wohl kennen. Wäre das Erstere der Fall, so wäre sie unnütz. Ist aber das Andere der Fall, so müssen mit Wahrscheinlichkeit von 5 Zahlen 3 zwischen dieselben fallen. Wende ich die hier mitgetheilten Ansichten auf meine Zahlen (Uringrösse) an, so ist im Normalen von $M + \mu$ bis $M - \mu$ die Distanz 330 bis 214. Unter allen 8 Zahlen beim Sitzbade liegen nur 2 innerhalb, 6 dahingegen ausserhalb, und unter diesen wieder 4 sehr weit ausserhalb der Grenzen.

Aus dieser Anschauung halte ich meinen Schluss, dass das Sitzbad meinen Urin vermehrt habe, aufrecht.

Dieser meiner Anschauung gegenüber stelle ich nun die Böcker'sche, wie sie sich aus seinen Schlussfolgeruungen deduciren lässt. Vorher bemerke ich, dass ich aus mehreren Gründen die Lampe'sche und die B.'sche Versuchsreihen aus einander betrachten werde. Die Gründe sind:

1. Beide Reihen sind ungleich vollständig der Zahl nach.
2. Beide Reihen sind unter sehr verschiedener Lebensweise erhalten worden.

3. Die L.'sche, nicht die B.'sche, lässt sich, da sie auch unter theilweiser Inanition erhalten worden ist, mit der meinigen vergleichen.

B. schliesst aus der L.'schen Versuchsreihe (a. a. O. S. 60):

„Dass die L.'schen Versuche keineswegs irgend welche Sicherheit dafür gewähren, dass die Sitzbäder bei Herrn L. die Körpergewichtsverluste verändert haben."

Hier wird also erklärt, dass die Sitzbäder bei Herrn L. die Gewichtsversuche verändert haben können, dass aber eben so gut das Gegentheil möglich sein könne. Mit andern Worten: Die Versuche lehren nicht mehr, als vor Anstellung derselben bekannt war; da es sicher ist, dass die Sitzbäder das Gewicht eines Badenden entweder verändern, oder aber es nicht verändern. Ist aber B. in den oben angeführten Worten so zu verstehen, dass er die Nichtveränderung des Körpergewichts erschliesst, so gehört diese Art zu schliessen in das Folgende und wird daselbst besprochen werden.

Der zweite Schluss B.'s lautet a. a. O. S. 60:

„Dass bei Herrn L. weder die Menge des Harns, noch die des Harnstoffs, noch u. s. w. in entschiedener Weise durch das Sitzbad verändert, weder vermehrt, noch vermindert worden sind."

Die hier ausgedrückte, sicherer als oben ausgesprochene Erkenntniss B.'s findet in dem bald folgenden Passus seinen vollkommenen Ausdruck. Es heisst daselbst:

„Hieraus folgt, dass bei Herrn L. (und mir) eine, die obengenannten Ausscheidungen verändernde Wirkung der Sitzbäder sich weder in den ersten drei, noch auch in den ersten sechs Stunden nach dem Sitzbade bemerklich macht."

Hier ist mir ein *lapsus calami* anzunehmem um so weniger wahrscheinlich, als dieselbe Auffassung durch die ganze Abhandlung geht, nämlich die Annahme einer Berechtigung, ein begründetes Resultat mit Hülfe der Mathematik aus den L.'schen Versuchen zu nehmen, und zwar heisse dieses Resultat: Nichtvermehrung.

Es giebt leichtverständlich folgende Möglichkeiten für die Resultate eines gelingenden Versuches:

1. Das Resultat ist positiv. 2. Dasselbe ist negativ. 3. Dasselbe

ist indifferent oder auch neutral, d. h. die erste und zweite Möglichkeit ausschliessend. — Ein anderes Resultat ist nur in dem unvollständigen oder auch in dem misslungenen Versuche möglich, das des Unentschiedenseins. In diesem Falle lehrt der Versuch Nichts, da alle drei Möglichkeiten, von denen nur eine in Wahrheit ist, für unsere Erkenntniss noch gleiche Berechtigung behalten.

B. hat also für L.'s fastenden Körper in Beziehung auf die untersuchten Ausscheidungen das Resultat eines Sitzbades als indifferent, als weder vermehrend, noch vermindernd, annehmen zu dürfen geglaubt.

Wo aber die zu mathematischen Folgerungen erforderlichen Bedingungen fehlen, ist die erste Regel, von der Mathematik keine Erwartungen zu hegen. Die B.'sche Reihe entbehrt aber jeglicher Bedingung für eine mathematische Verwerthung. Radicke sagt (a. a. O. S. 179): „Wollte man nun nach den in dem Vorstehenden entwickelten Grundsätzen und Bemerkungen die in der neuern Zeit veröffentlichten Beobachtungen revidiren, um die daraus abgeleiteten Resultate zu berichtigen, so würde man zunächst in Anbetracht der durchgehends sehr beträchtlichen Schwankungen Alles unbesehen fortwerfen müssen, was auf Beobachtungen von nicht mehr als 3 oder 4 Tagen beruht. Selbst 5—10tägige Gruppen würde ich meist bei Seite legen, wenn die Differenzen zwischen den einzelnen Zahlen 10 Procent des Mittels übertreffen" u. s. w.

Würde, nach dieser Aeusserung zu urtheilen, Radicke die Lampe'sche Reihe beurtheilen sollen, so würde er dieselbe „unbesehen" fortwerfen müssen. Er würde damit ausdrücken: Ich kann aus den mir vorgelegten Zahlen weder ein Mehr noch ein Minder, noch ein Gleich schliessen. B. muss aus dieser Bemerkung einräumen, dass, will er die L.sche Reihe mathematisch verwerthen, unsere Erkenntniss nach derselben, auch selbst nur auf den untersuchten Körper bezogen, um nichts klarer geworden ist, als vor derselben. Denn auch vor Aufstellung derselben wussten wir sicher, dass das Sitzbad den Herrn L. entweder afficire, oder nicht afficire. Und mehr lernen wir aus diesen Versuchen auch jetzt nicht. — Der B.'sche Schluss aus der L.'schen Reihe muss also nicht durch Kleinersein der Mitteldifferenzen, verglichen mit der

Summe der mittleren Schwankungen motivirt werden — wo diese Vergleichung stattfinden kann, entscheidet die Mathematik sich für ein definitives Resultat —, sondern derselbe muss so formulirt werden, dass die Mathematik mit dieser Reihe vorläufig Nichts machen und ein an Wahrscheinlichkeit grenzendes Resultat von ihr nicht erwartet werden könne.

Wenn nun der Schluss B.'s von seinem eigenen Standpunkte corrigirt worden ist, dann drängt sich uns die Frage auf, ob diese L.'sche Reihe unsere Erkenntniss in irgend welcher Hinsicht gefördert habe. Die Frage muss nach dem Vorstehenden unbedenklich verneint werden. Wenn B. meine Reihe unsicher und unvollständig fand, so konnte er dies aus ihr selbst zu beweisen suchen. Es frommte aber weder ihm, noch der Wissenschaft, unsichere Reihe auf unsichere Reihe zu legen und aus nicht hinreichenden Reihen mathematisch unzulässige, mathematische Schlüsse des Nichtvermehrtseins jener genannten Ausscheidungen zu erschliessen.

Bei dieser Gelegenheit fühle ich mich abermals veranlasst, meinen Dank dafür B. auszudrücken, dass er neuerdings wieder bestrebt gewesen ist, auf mehr Zuverlässigkeit im Verwerthen der Zahlen zu dringen. Gleichzeitig aber warne ich davor, auch in dieser Richtung einseitig und zu enthusiastisch vorzugehen, weil es beim besten Willen sich sonst ereignet, dass Jemand das Unsichere, welches bisher wenigstens des Stempels der Mathematik entbehrte, *bona fide* mathematisch besiegelt.

Verzichtet man bei der Lampe'schen Versuchsreihe auf mathematische Schlussfolgerung — und diese ist nach Vorstehendem ganz und gar unzulässig — so ist das Resultat der Vergleichung, dass das Sitzbad wahrscheinlich mehr Körpergewichtverlust beim Fasten, mehr Urin, mehr Harnstoff und mehr ClNa hervorgerufen hat.

Ohne Sitzbad verliert Herr L. (dem Werthe nach geordnet)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ohne Sitzbad: | 750 | 1000 | 1083 | 1483 |
| mit Sitzbad: | 983 | 1333 | 1475 | 1500. |

Vom Minimum zum Maximum in jeder Reihe fortschreitend und vergleichend, ist jede Grösse beim Sitzbade grösser, als ohne dasselbe.

Dieses Ergebniss ist noch auffälliger beim Harn.

Ohne Sitzbad excernirt Lampe an Harn in 6 Morgenstunden (nach der Grösse geordnet) C. C.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ohne Sitzbad: | 354 | 429 | 724 | 1109 |
| mit Sitzbad: | 495 | 725 | 1043 | 1091. |

Hier ist in den Maximis ein plus von 18 C. C. auf Seiten des Normalen; und man könnte darin einen Zweifel an dem Vermehrtsein des Urins begründet erkennen. — Dieser Zweifel wird vollständig verschwinden, wenn wir die Zugabe zur Tabelle V der B.'schen Arbeit einsehen. Aus meinen Sitzbad-Versuchen ist bekannt, dass die dem Bade folgende Urinvermehrung unmittelbar nach dem Bade und bis etwa eine Stunde nach dem Bade auftritt. B. hat daher die Entleerungen des Urins bei L. von je 2 zu 2 Stunden notirt, indessen bei den vier Sitzbad-Versuchen nur drei mal, während das vierte Mal (16. Septbr.) nur die sechsstündige Quantität insgesammt notirt worden ist.

Ohne Sitzbad entleerte L. in den ersten zwei Morgenstunden Urin C. C.:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ohne Sitzbad: | 156 | 397 | 190 | 560 |
| mit Sitzbad: | | 641 | 536 | 759. |

Wenn wir das Minimum beim Sitzbade 536 gleich dem Maximum des Normalen 560 setzen, so liegen alle Badeergebnisse ausserhalb der normalen Grenzen und zwar einmal um 200 über das normale Maximum hinaus.

Herr L. entleert ferner Harnstoff in 6 Morgenstunden:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ohne Sitzbad: | 10,2. | 14,8. | 12,7. | 16,7 |
| Mit Sitzbad: | 13,5. | 18. | 13,5. | 17,2. |

Auch hier lässt sich bei den Sitzbädern ein grösseres Minimum, grössere Mittelgrössen und grösseres Maximum erkennen.

Ferner scheidet L. von Chlor-Natrium aus — wenn wir 1, 9 beim Sitzbade, als von allen übrigen Ergebnissen sich durch seine Kleinheit auffällig unterscheidend, wegwerfen, da diese Zahl nur $^1/_2$ vom Kleinsten des Normalen beträgt und mit Wahrscheinlichkeit irgend einer unbekannten Störung z. B. zufällig verminderter Einfuhr, zugeschrieben werden muss — .

In der Fortsetzung der Arbeit, welche im nächstfolgenden Archivhefte (II, 1) steht, findet sich aber eine Stelle, aus welcher hervorgeht, dass ich für die auf die höheren oder niederen Temperaturen des Badewassers zu beziehende Einwirkung individuelle Unterschiede vorhergesehen habe. Ich halte mich für berechtigt, meine Sitzbäderarbeit (Archiv I. 4 und II. 1) nicht auseinander betrachten zu lassen, da die später gefundenen Resultate auf meine Erfahrungen, die ich bei kalten Sitzbädern gewonnen hatte, nothwendig Einfluss üben mussten.

Da aber, um diese Seite der B.'schen Kritik möglichst rasch zu verlassen, ein Missverständniss meiner Arbeit möglich gewesen sein kann, so muss ich dafür dankbar sein, dass dasselbe öffentlich aufgeklärt werden konnte. Ich erkläre also, dass ich unsere physiologisch-chemischen Versuche immer nur als Beispiele betrachtet habe, durch welche eine mir unbekannte Anzahl anderer Menschen in ihrem Verhalten zu irgend einem Agens ebenfalls charakterisirt würde. Dass diese Anzahl alle Menschen seien, habe ich nie zu denken den Muth gehabt. Für unsern fraglichen Fall ausgedrückt, war mein Schluss so: Da verschieden warme Sitzbäder auf meinen Stoffwechsel einwirkten, so wird dieses auch bei Herrn B. — vorausgesetzt, dass derselbe fastet und sich nicht bewegt — bei irgend welchen Temperaturen der Fall sein. Sobald B. den Gegenbeweis geliefert haben wird, dass meine Voraussetzung auf ihn nicht passe, vorausgesetzt, dass er fastet und sich nicht bewegt, werde ich seinen Organismus aus der Zahl der mir ähnlich sich verhaltenden löschen. Die B.'schen Versuche sind bis heute mir kein Beweis, dass kalte Sitzbäder unter ähnlichem Verhalten, wie ich es beschrieben habe, bei ihm Körpergewichtsverluste und die Urinausscheidungen nicht steigere. Ich habe den lebhaften Wunsch, derselbe möge sich veranlasst sehen, in seinen nächstens fortzusetzenden Versuchen auch nur 4 Morgenstunden zum Fasten und Experimentiren zu verwenden, wodurch dann die Folge für seinen Körper deutlich hervortreten müsste.

Zwischen der von mir und von ihm bei unseren Beobachtungen eingehaltenen Lebensweise ergeben sich folgende Differenzen:

| | Böcker. | Lehmann. |
|---|---|---|
| 1. | Fahren auf der Eisenbahn . . | nicht |
| 2. | Bewegung auf die Höhe . . . | nicht |
| 3. | Trinken von 700 C. C. Wasser . | nicht |
| 4. | Trinken von 300 C. C. Milch . | nicht |
| 5. | Brod und Butter zum Frühstück | nicht |

(Anmerk. Die Tage 15. und 18. October müssen, weil ungleichmässig stärkere Bewegung einwirkte, wol besser gänzlich ausgeschieden werden.)

Möge nun der Leser urtheilen, ob ich im Rechte bin, wenn ich die B.'schen Versuche mit den meinigen, die ich vollständig fastend, ohne alle Bewegung, nicht selten frierend (um nur den unbekannten Einfluss der Bewegung aus dem Versuche fern zu halten) anstellte, unvergleichbar finde.

---

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen, welche für die Beurtheilung der Sache erspriesslich schienen, gehe ich auf Auseinandersetzung meiner Ansicht über die Frage ein: welchen Einfluss kann und soll die Mathematik auf die Statistik überhaupt und auf die medicinische Statistik insbesondere haben?

Die Statistik, deren Aufgabe darin besteht, irgend welche unter bekannten oder unbekannten Verhältnissen sich wiederholende Erscheinungen, Vorgänge und Existenzen zu zählen, um entweder schlechthin die Summe derselben genau kennen zu lernen, oder im weiteren Verfolg diese so kennen gelernte mit einer anderen, in ähnlicher Weise aber doch unter irgend bekannter Abänderung erhaltenen Summe zu vergleichen, — die Statistik, sage ich, bedient sich zu ihrer sichereren Leitung der Mathematik als Hülfswissenschaft. Von dieser holt sie sich die Gesetze, unter welchen aus der anzustellenden Vergleichung sichere Resultate folgen können. Die Mathematik verhält sich dabei zur Statistik wie die Logik zum Denken. Denn auch diese lehrt die Bedingungen, die Form, unter welchen anderweitig gegebene Begriffe definirt, Urtheile gebildet, Schlüsse gezogen werden können. Statistik ist in ihrem ganzen Umfange das durch Zahlen getragene

„Man sucht zuerst aus dem Anblick der beobachteten Zahlen zu erkennen, ob eine auffallende Störung obgewaltet hat, welche ein illusorisches Resultat befürchten lässt. Will man dafür ein leichtes, wenn auch indirectes Merkmal haben, so mag man die Doppelreihe der successiven Mittel berechnen, die eine von der ersten zur letzten Beobachtung, die andere von der letzten zur ersten fortschreitend und zusehen, ob in einer dieser Reihen die letzte Hälfte merklich grössere Schwankungen zeigt, als die erste. Nur wenn dies nicht der Fall ist, wird man die Zahlenreihen weiter benutzen dürfen."

Die successiven Mittel aus der B.'schen Normalreihe (Urinmengen) von oben nach unten sind folgende:

502. 478. 423. 397. 390. 437. 472. 503. 521.

Schwankung in den ersten 5 Stellen = 112.

Schwankung in den letzten 4 Stellen = 84.

Diese Ungleichheit wollten wir nicht beachten, wenn nicht in umgekehrter Ordnung grössere Differenzen hervorträten.

Die successiven Mittel aus der B.'schen Normalreihe (Urinmengen) von unten nach oben fortschreitend, sind folgende:

717. 718. 717. 646. 502. 540. 526. 525. 521.

Schwankung in den ersten 5 Stellen = 215.

Schwankung in den letzten 4 Stellen = 19.

Man sieht, dass auch der zweiten, oben angeführten Bedingung nicht genügt wird, diese Reihe also auf mathematische Verwerthung keinen Anspruch hat.

Die Reihe mit Sitzbad zeigt diese Ungleichmässigkeit auch; nur nicht so intensiv, wenigstens nicht in der einen Ordnung.

Successive Mittel von oben nach unten (Sitzbad):

569. 492. 488. 503. 465. 464. 468. 465. 470.

Schwankung der ersten 5 = 104.

Schwankung der letzten 4 = 6.

Successive Mittel von unten nach oben:

478. 484. 477. 437. 458. 460. 445. 481. 470.

Schwankung der ersten 5 = 47.

Schwankung der letzten 4 = 21.

Diese letzte Ungleichmässigkeit könnte man gewiss übersehen, wäre die grosse in der ersten Reihenfolge dieser Reihe nicht. — Es würde aber auch keinen Unterschied machen, wenn die zweite (Sitzbad-) Reihe den mathematischen Forderungen entspräche, da ja die genügende normale Vergleichsgrösse fehlte.

Die Körpergewichtsverluste in dem Böcker'schen Versuche zeigen solch beträchtliche Schwankungen (zwischen 7,5 und 45 Loth), dass sie gar keinen Anhaltspunkt zur Vergleichung bieten.

Ueberdies wurde Nahrung zugeführt, und sind aus dem Grunde die Gewichtsverluste mit den Beobachtungen von mir und Lampe gar nicht zu vergleichen.

Ziemlich übereinstimmende Zahlen geben die Harnstoff- und Kochsalzzahlen. Aber auch sie erfüllen nicht die Forderung Radicke's insofern die einzelnen Zahlen um mehr als 10 Proc. des arithmetischen Mittels von einander bleiben.

Vom mathematischen Standpunkte aus berechtigt also auch die B.'sche Reihe zu keinem Schlusse. Der praktische Verstand könnte sich vielleicht mit dem B.'schen Schlusse aus dieser zufrieden geben. Indessen muss ich durchaus bestreiten, dass sich die bei mir gewonnenen Resultate, der ganz veränderten Lebensweise wegen, mit den B.'schen in eine Kategorie bringen lassen. —

Es bleibt nun noch übrig, einer Concession zu erwähnen, welche B. meinen Schlussfolgerungen gemacht hat, und dann zu sehen, was aus derselben mit Nothwendigkeit folgen müsse.

Er giebt von seinem ausschliesslich mathematischen Standpunkte zu, dass meine Körpergewichtsverluste beim Gebrauche der Sitzbäder grösser ausgefallen seien. Es ist mir nicht klar geworden, warum er an einer Stelle (S. 64) neben dieser Concession gleichzeitig zur Vorsicht mahnt, da doch die Mathematik seine Concession erfordert. Wer indessen die bei mir verzeichneten Körpergewichtsverluste sich ansieht, wird mit Ausnahme einer einzigen Grösse alle übrigen über das Maximum des Normalen hinaus liegen sehen. Aber B. hat ja sich auch die Mühe gegeben, die Rechnung anzustellen und räumt noch dieser ein,

dass die Gewichtsabnahme bei mir unter Gebrauch des Sitzbades wahrscheinlich sei.

Ist also festgestellt, dass ich mehr Gewicht beim Baden verloren habe, so ist dieser grössere Verlust durch irgend eine oder mehrere Ausscheidungen entstanden. Ausscheidungen, welche in den 6 Faststunden stattgefunden haben, waren möglicherweise Darm-, Urin- und die gasige Ausscheidung. — Nun aber fand nur unbedeutende Defäcation (5 mal unter 16 Versuchen a. a. O. S. 534) statt, und lässt diese sich bei den grösseren Gewichtsverlusten nicht als Ursache ansehen.

Die gasige, aus der Differenz der bekannten Ausscheidungen und den Gesammt-Gewichtsverlust berechnete Ausscheidung ist, wie meine Tabelle B. (a. a. O. S. 534) lehrt, nur unbedeutend höher stehend, als beim Nichtbaden. Auch wird jeder Arzt es für unwahrscheinlich halten, dass die gasige Ausscheidung nach einem kalten Sitzbade, wenn man sich nicht bewegt, frierend im Zimmer sitzen bleibt und fastet, besonders hoch ausfallen sollte. Habe ich also auch (a. a. O.) die gasige Ausscheidung höher, als die normale zu finden geglaubt, so kann, wie die Zahlen selbst lehren, der grössere Körpergewichtsverlust nicht durch sie motivirt werden.

Ist dieses aber, so bleibt nur die Urinausscheidung als Ursache des grösseren Gewichtsverlustes über. Und wüsste man aus meinen Versuchen nur, dass ich fastend gesitzbadet, in einer bestimmten Zeit dabei mehr Körpergewicht verloren hätte, als ohne die Sitzbäder, mich nach genommenen Sitzbädern nicht bewegt habe, so könnte man durch Ausschluss der übrigen Ausscheidungen, als Ursachen des Verlustes, die grössere Urinentleerung mit Gewissheit erschliessen. — Aus dieser Betrachtung sieht man, dass, wenn an der einen Seite die Mathematik (?) zu einer Concession drängt, für die andere bedrohte Seite die Logik als Bundesgenossin auftritt.

Was B. über meine Pulsbestimmungen vermerkt hat, dass ich z. B. durch Gang ins Badehaus die Frequenz desselben hoch gefunden haben müsse, so beruht diese Annahme auf einer Meinung, welche ich um so mehr übergehen darf, als in seinen eigenen Beobachtungen sich eine meinen eigenen Wahrnehmungen ähnlich verhaltende Versuchsperson

gezeigt hat. Das Badehaus, in welchem ich sitzbadete, lag ungefähr 20 Schritte von meinem Wohnzimmer. Ueberdies habe ich häufig in diesem selbst gebadet.

Hiermit darf ich vom Leser Abschied nehmen, ihm die Beurtheilung überlassend, ob das kalte Sitzbad wirklich so indifferent ist, wie die B.'schen Schlüsse — nach meiner Ansicht aber nicht die B.'schen Beobachtungen — dasselbe machen. —

LEIPZIG,

DRUCK VON GIESECKE & DEVRIENT.

# XI.

## Zur Physiologie der sogenannten „Hemmungsnerven".

### Eine Erwiederung an Dr. Eduard Pflüger in Berlin.

Von J. M. Schiff.

„Du weisst wohl nicht, mein Freund, wie grob du bist?"
„„Im Deutschen lügt man, wenn man höflich ist.""
Göthe.

Eine Reihe von Versuchen, welche ich in den Jahren 1847—49 über die Innervation des Herzens unternommen hatte, führte mich zu dem Schlusse, dass die sogenannten Hemmungsnerven durchaus nicht qualitativ von den übrigen motorischen Nerven verschieden seien, und dass ihre Eigenthümlichkeit nur darauf beruhe, dass Reize, welche in der Regel noch erregend wirken, in diesen Nerven schon einen hohen Grad von Erschöpfung hervorrufen. Die Erschöpfbarkeit der im Vagus verlaufenden motorischen Nerven des Herzens ist in der That so gross, dass selbst jede normale momentane Thätigkeit derselben ihre Erregbarkeit für einige Zeit so sehr herabsetzt, dass das Herz auch adäquate Reize nur durch eine *unterbrochene* Reihe neuromuskulärer Zusammenziehungen beantwortet, dass es jeder tetanischen Contraction unfähig ist; und hierin ist die Ursache seiner stets rhythmischen Pulsationen zu suchen.

Diese Ansichten, welche spätere Untersuchungen, sowie die Verfolgung der von Pflüger entdeckten angeblichen Hemmungswirkung der Nerv. splanchnici immer mehr und mehr in mir befestigten, habe ich

nun auch neuerdings in meinem Lehrbuch der Physiologie des Nervensystems (Lahr 1858) in Zusammenhang mit der Lehre von der Thätigkeit und der Erschöpfung der motorischen Nerven vorgetragen, indem ich mir vorbehielt, bei Besprechung der Herz- und Darmnerven noch die einzelnen Data spezieller zu begründen.

Die Darstellung im zweiten Hefte meines Lehrbuchs hat nun von Seiten Pflüger's eine Entgegnung hervorgerufen (Müller's Archiv, 1859, pag. 13), in welcher der Verfasser meine Schlüsse als irrig zu erweisen und die frühere Theorie von der Existenz wirklicher Hemmungsnerven zu stützen sucht.

Pflüger beginnt damit, ehe er zur „Widerlegung" meiner Gründe übergehe, zunächst diejenigen Momente zusammenzustellen, welche nach seiner Meinung ausreichen, das Prinzip einer bewegungshemmenden Nerventhätigkeit „über allen Zweifel zu erheben."

Das erste allgemeine Gesetz, auf welches unser Verfasser zur Begründung der Hemmungshypothese verweist, definirt derselbe so, dass ein Nerv stets auf gleiche Weise reagire, wie verschieden auch die *Qualität* der Reize sein möge, welche man auf denselben wirken lässt, und dass verschiedene Nerven auch völlig gleiche Reize stets in verschiedener Weise beantworten. Der erste Theil dieses Satzes könnte einstweilen nur insofern zugegeben werden, als der Ausdruck Qualität sich auf den verschiedenen *Ursprung* der Reize bezieht, nicht aber auf die viel wichtigeren inneren Verschiedenheiten, welche, zunächst von der *Quantität* des reizenden Agens abhängig, ebenfalls zu *qualitativen* umschlagen. Und dieser Punkt war es ja gerade, durch dessen Nichtbeachtung man bei Aufstellung der Hemmungsnerven gefehlt, indem man, wie ich gezeigt habe, in einer durch ihre Quantität schon erschöpfenden und darum qualitativ lähmend wirkenden Erregung noch eine *Bethätigung* der specifischen Energie gewisser Nerven sah. Setzt auch Pflüger später hinzu, dass man die Reize „nach der gebräuchlichen Methode" anzuwenden habe, so ist damit die Verwechselung der Erschöpfung mit der Wirkung der Anregung keineswegs vermieden, denn gerade „die gebräuchliche Methode" ist es, welche für die sogenannten „Hemmungsnerven" schon übermächtige Eingriffe setzt.

Ich übergehe einige andere Bemerkungen mehr theoretischer Natur, welche sich im Interesse einer gesunden Logik an diese vorläufigen Deductionen Pflüger's knüpfen liessen; der wesentliche Inhalt seiner Erörterung ist: da es sich ergeben habe, dass alle Reize, die überhaupt noch quantitativ wirksam seien, von gewissen Nerven aus Verlangsamung oder Aufhören der Bewegung erzeugten, so sei damit der „absolut strenge Beweis geführt", dass die Thätigkeit des Hemmungsnerven die umgekehrte von der des motorischen Nerven sei und er den Muskel zur Ruhe bestimme. Das heisst also, um das Punktum saliens des ganzen „Beweises" zu resumiren: Wenn Hemmungsnerven *existiren*, so *giebt* es auch Hemmungsnerven. Dieses erste der beiden Momente, welche nach Pflüger „ausreichen", das aufgestellte Prinzip „über allen Zweifel zu erheben", ist wirklich hier mit einer solchen Schärfe und, wie sich der Verfasser selbst ausdrückt, so „absolut streng" bewiesen, dass ich in der That nichts dagegen einzuwenden vermag, und um mich ganz aus dem Felde zu schlagen, bleibt meinem Gegner jetzt nur noch übrig, den Nachweis zu führen, *dass die Hemmungsnerven wirklich existiren.*

Diesen Nachweis glaubt der Verfasser nun in seiner folgenden Erörterung geliefert zu haben.

„Das zweite allgemeine Gesetz," sagt er, „auf welches sich die „Wirklichkeit des neuen Prinzipes stützt, ist die Thatsache, dass der „peripherischen Nervenfaser niemals Automatie zukommt, oder mit „andern Worten, dass eine solche Faser in ewiger Ruhe verharren „würde, wenn sie nicht von aussen her, oder überhaupt durch irgend „eine nicht primär in ihr entwickelte Kraft zur Thätigkeit bestimmt „wird." Auch gegen dieses Gesetz vermag ich nichts einzuwenden, ja ich glaube im Interesse der logischen Consequenz noch weiter zu gehen und es sogar auch für die Nerven*centra* zugeben zu müssen, wie ich diess in meiner Physiologie bereits durchgeführt habe. Es fragt sich nur, wie viel, trotz meines erweiternden Zugeständnisses, mein Gegner eigentlich damit gewonnen hat. Ich bekenne, dass mir dies nicht recht klar geworden ist. Die eigentliche Beweisführung, auf die es Pflüger hier abgesehen hat, ist diese. Wenn nach Durchschneidung eines Nerven sofort gewisse dauernde Veränderungen in

den Leistungen des „Endorganes“ auftreten, „so dürfen wir mit „Sicherheit behaupten, dass diese Aenderungen durch den Wegfall „des Nerveneinflusses erzeugt worden seien. Es hat sich nun nach „Durchschneidung der Nerv. vagi herausgestellt, dass sich augen„blicklich die Bewegung des Herzens in ausserordentlicher Weise „vermehrt, so zwar, dass die Pulsfrequenz die zwei- bis dreifache „Höhe erreicht. Hieraus müssen wir also schliessen, dass während „des Zusammenhangs der Vagi mit den Centralorganen dieselben „fortwährend die Geschwindigkeit des Rhythmus beherrschen, d. h. „mit wachsender Energie die Bewegung herabsetzen, mit abnehmen„der also vermehren. Wie also ein gelähmter motorischer Nerv das „Organ zu ewiger Ruhe verurtheilt (hierüber vergleiche man meine „Physiologie, pag. 177, Schiff), in welchem er sich verbreitet, ein „erregter zu fortwährender Thätigkeit, so bestimmt umgekehrt der „erregte Hemmungsnerv die Ruhe, der gelähmte aber die grösste „Thätigkeit des Organes. Es handelt sich also hier um einen *Nerven„antagonismus.*“

„Das“, fährt Pflüger fort, ist so einfach, so natürlich, dass „es unbegreiflich ist, wie ein Physiologe nunmehr noch gegen das „Prinzip der Hemmungsnerven auch nur einen leisen Zweifel aus„zusprechen vermag.“

Die hier berührten Thatsachen scheinen Pflüger so wichtig und überzeugend, dass er noch einmal an einer späteren Stelle seines Aufsatzes auf dieselben zurückkommt. „Wenn wirklich“, sagt er S. 20, „wie Schiff meint, der Vagus, d. h. seine rami cardiaci, die „motorischen Nerven des Herzens wären, also die Bewegungen wäh„rend des Lebens anregten, ..... wie sollte es in aller Welt „möglich sein, dass diejenige Wirkung, welche sie während seines „Unversehrtseins im Leben hervorbringen, bei seiner Lähmung „nur um so mächtiger hervortritt, da die Herzbewegung nach der „Lähmung doch so sehr zugenommen hat.“ „Das heisst doch in „der That nichts anders,“ ruft Pflüger triumphirend aus, als „dass durch Wegnahme der Ursache die Wirkung nicht allein nicht „verschwinde, sondern noch zunehme! Das würde, meiner Ansicht „nach vollständig ausreichen, das Prinzip der Hemmungsnerven über

„jeden Zweifel erhaben zu stellen, und es würde nicht nothwendig „sein, noch einen Versuch zu besprechen, den Schiff zur Begrün„dung seiner Ansicht vorbringt. . . . . .“

Aber halt! ehe ich meinen siegesgewissen Gegner ausreden lasse, ehe er mich mit seiner letzten Folgerung zu Boden schmettert, will ich doch untersuchen, ob ich mich wirklich in dem Grade, wie er es meint, gegen alle Gesetze der Logik und des gesunden Menschenverstandes vergangen habe. Und hier bin ich nicht nur so verstockt zu glauben, dass ich dennoch *Recht* habe; sondern ich erkühne mich sogar, die Richtigkeit von Pflüger's Vordersätzen vorausgesetzt, die Schärfe seiner Schlüsse gegen ihn selber zu kehren, und aus ihnen eine Waffe *gegen* die Hemmungsnerven und *für meine Ansicht* zu schmieden.

Nach Pflüger's obiger Darstellung des einfachen *Nervenantagonismus* wird ein wahrer Hemmungsnerv immer auf Reizung die Bewegung seines Endorgans verlangsamen oder verhindern, und seine Lähmung wird die Bewegung beschleunigen. Hieraus folgt nun offenbar, dass ein Nerv, dessen Durchschneidung *nicht* die Bewegung beschleunigt, und dessen Reizung nicht zugleich die Bewegung verlangsamt, auch unmöglich als ein bewegungshemmender Nerv angesehen werden darf. Hiergegen wird wohl Pflüger durchaus nichts einzuwenden haben, denn es ist ja ganz seine eigene Behauptung; ebensowenig wird dieser Satz bei denjenigen Schriftstellern Widerspruch finden, welche es für „plausibel“, „nothwendig“, oder „sehr zusagend“ hielten, im Interesse ihrer Theorie meiner früheren Angabe zu widersprechen, dass bei den Fröschen die Durchschneidung beider Vagi *keine* Vermehrung der Pulsfrequenz bewirke, obschon man durch Galvanisirung dieser Nerven bekanntlich den Herzschlag hemmen kann.

Halten wir uns aber jetzt speciell an die Säugethiere, so glaube ich auch für diese meinen früheren Ausspruch rechtfertigen zu können, dass die Pulsvermehrung nach Durchschneidung der Vagi durchaus *nicht* in Zusammenhang mit der angeblichen Hemmungsfunktion derselben steht. Ziehen wir nämlich einer Katze oder einer Ziege auf beiden Seiten den Nerv. accessorius ganz vollständig aus, so zeigt

sich, auch wenn die Operation ganz vollkommen gelungen ist, keine Vermehrung des Herzschlages. Auch noch nach 4,8 oder 12 Tagen bleibt der Puls ganz normal. Nach dieser Zeit sind aber die im Halsstamm des Vagus verlaufenden Accessoriusfäden entartet und unerregbar geworden. Galvanisiren wir jetzt diesen Halsstamm beiderseits mit ziemlich starken oder mässigen Inductionsströmen, so werden wir *keinen* Herzstillstand mehr erzielen können. Durchschneiden wir aber den Halsstamm der Vagi, so erlangt der vorher normale Puls sogleich die bekannte grosse Frequenz, wie nach der Vagusdurchschneidung beim vorher unverletzten Thiere.

Hieraus geht also unläugbar hervor:

a) der Accessorius ist es, dessen Galvanisirung den bekannten Herzstillstand erregt.

b) Die Lähmung des Accessorius bewirkt keine Vermehrung des Herzschlags.

c) Der Vagus kann für sich allein auf starke Reizung keinen Herzstillstand bewirken.

d) Aber die Trennung des Vagus am Halse ruft die häufig beobachtete Pulsvermehrung hervor.

Und daraus schliesse ich in zweiter Linie:

a) Die Erhöhung der Pulsfrequenz, die bei Säugethieren nach Durchschneidung der Vagi am Halse auftritt, steht, wie schon die Versuche an Fröschen lehren, nicht in innerem Zusammenhang mit der Eigenschaft dieser Nerven, nach relativ starken Reizungen den Herzschlag zu verlangsamen.

b) *Der Vagus ist kein Hemmungsnerv* des Herzens, sonst würde, wie Pflüger mit Recht verlangt, seine Durchschneidung nicht nur den Puls vermehren, sondern seine Reizung müsste auch den Herzschlag verlangsamen oder aufheben.

c) *Der Accessorius ist kein Hemmungsnerv,* sonst würde, nach Pflüger's scharfsinniger Bemerkung, seine Reizung nicht nur den Herzschlag verlangsamen, sondern seine Durchschneidung oder Zerstörung müsste auch den Puls auf's Höchste vermehren.

d) Die Beobachtung, dass ein gewisser Grad von galvanischer Reizung eines Nerven die Bewegung im Endorgan desselben beschränkt, *genügt nicht*, die Behauptung zu rechtfertigen, dass diesem Nerven im Leben eine bewegungshemmende Function zukomme.

Dies also ist, nach Pflüger's eigener Darstellung (siehe l. c. pag. 15), „so einfach, so natürlich," dass es unbegreiflich ist, wie ein Physiologe nunmehr noch *für* die Lehre von den Hemmungsnerven des Herzens auch nur die leiseste Sympathie auszusprechen vermag. Und wir — wir haben gewiss nichts gegen dieses Urtheil einzuwenden, und wollen nur noch bemerken, dass auch die angebliche Hemmung durch den Nerv. splanchnicus bei genauerer Betrachtung der Thatsachen demselben Urtheil verfallen muss.

Was einige andere Bemerkungen betrifft, die Pflüger bei Gelegenheit dieser Darstellung entschlüpft sind, und die seinen neurophysiologischen Standpunkt in einem sehr eigenthümlichen Lichte erscheinen lassen, so glaube ich dieselben hier übergehen zu dürfen. Ich meine hier besonders die Stellen, in denen er in den motorischen Nerven „die Ursache" der Herzbewegung sieht, deren Wegnahme die Wirkung verschwinden lassen sollte. Die Lectüre meiner Arbeiten über die Herznerven und des zweiten Heftes meiner Physiologie wird ihn wohl das Ungeeignete dieser Auffassung erkennen lassen.

Ueberhaupt hätte sich mein verehrter Gegner das komische Schicksal ersparen können, auf die angegebene Art zum kritischen Bileam zu werden, wenn er auch die Erscheinung des Schlussheftes meiner Nervenphysiologie abgewartet hätte, wo er wohl hoffen durfte, noch nähere thatsächliche Angaben über das Verhältniss des Vagus zur Herzbewegung zu finden. Selbst wenn er nur meine früheren ausführlichen Herzarbeiten ein wenig aufmerksam durchblättert hätte, wäre es ihm gewiss klar geworden, dass mir die von ihm als so sehr wichtig und für seine Ansicht beweisend hervorgehobenen Verhältnisse keineswegs entgangen sind, und dass ich also meine besonderen Gründe haben musste, sie nicht in der von Pflüger vorgeschlagenen, sich gleichsam *ohne alles weitere Nachdenken* unmittelbar von selbst darbietenden Weise zu benutzen.

Dies wären also die Momente, welche nach Pflüger ausreichen, das Princip der Hemmungsnerven über allen Zweifel zu erheben! Nachdem er dieselben in einer Weise erörtert, der sein wissenschaftlicher Gegner sicher seinen Beifall nicht versagen darf, will er nunmehr die Einwürfe „beleuchten," die mich so weit verleitet haben, in meinem „Lehrbuche der Physiologie" die Lehre von den Hemmungsnerven in einer vollkommen irrigen Weise zu behandeln. Es seien, sagt Pflüger, besonders zweierlei von mir ermittelte Thatsachen, welche ich zur Begründung angebe, von denen die eine *falsch*, die andere aber *unrichtig gedeutet* sei.

Dies ist wirklich eine scharfe, strenge und fatale Classifikation meiner Angaben. So gerne ich mich dafür gerächt und Pflüger's Argumente auf ähnliche Art unter die beiden erwähnten Rubriken untergebracht hätte, so muss ich aufrichtig gestehen, dass mir dies nicht gut möglich war. Eine gewissenhafte Ueberlegung zeigt nämlich, dass Pflüger's Beweisgründe alle mehr oder weniger die Charaktere der *beiden* Klassen so sehr in sich vereinigen, dass ihre systematische Stellung sehr zweifelhaft wird. Es geht mir in dieser Beziehung mit den Pflüger'schen Beweisen, wie den alten Zoologen mit den Fledermäusen; oder den ersten Fastenpredigern mit den Fröschen, die ihnen sowohl Vierfüssler als Fische zu sein schienen, bis sie sich damit aus der Verlegenheit halfen, dieselben seien eine so fade und magere Speise, dass man sie an Fasttagen wohl erlauben dürfe; oder später dem berühmten Geoffroy mit den Schnabelthieren, die zwar den breiten platten Schnabel der Enten, aber doch keine Flügel haben und die, wie die Vögel, Koth und Harn aus derselben Oeffnung entleeren. Lassen wir darum die Systematik bei Seite und halten wir uns an die Thatsachen.

*Falsch* sei, so meint Pflüger, meine Angabe, dass eine äusserst abgeschwächte Reizung der Vagi den Herzschlag nicht vermindere, sondern *vermehre*. Er selbst habe in einer eigens zu diesem Zweck angestellten Versuchsreihe von den schwächsten noch wirksamen Strömen stets Verminderung gesehen. Mein hochgeehrter Kritiker möge mir die Bemerkung erlauben, dass allerdings nach der Art, in welcher *er* seine Versuche anstellte, kein anderer Erfolg

erwartet werden konnte, dass aber schon ein oberflächlicher Blick auf meine früheren Arbeiten über die Herznerven ihn hätte belehren können, wie äusserst vorsichtig und langsam man mit dem Reize steigen muss, um gerade die sehr beschränkte Stärke zu treffen, innerhalb welcher er anregend wirkt. Sobald man nur ein *Minimum* weiter geht, hat man statt der gesuchten Vermehrung des Pulsus eine Verminderung. Schon vor vielen Jahren habe ich gezeigt, dass, entsprechend der galvanischen Reizempfänglichkeit der Nerven, der auf die Vagi erregend wirkende Strom ganz unmittelbar nach dem Tode des Thieres an Stärke abnehmen und von einem bestimmten Momente an stetig zunehmen muss, weil die Nerven sogleich, wie ich auch in meinem Lehrbuch ausdrücklich angegeben, und wie es seitdem bestätigt worden ist, vor der stetigen *Abnahme* ihrer Erregbarkeit eine *Zunahme* zeigen, während welcher sie zwar reizbarer, aber auch leichter erschöpfbar sind, als im Leben. Pflüger führt zwei Reihen von je zwei Versuchen an. Bei der ersten wird zwischen einer Vagusreizung und der andern die secundäre Rolle des Schlittenapparates der primären immer plötzlich um ganze 10 Centimeter genähert. Es ist kaum denkbar, dass auf solche Weise die richtige Reizgrösse unter 1000 Versuchen auch nur Einmal getroffen wird, da hier Differenzen im Abstand von 1 Millimeter, wie wir sogleich sehen werden, von grossem Einfluss sind. In der andern Versuchsreihe nähert er *während* des Tetanisirens allmälig um 10 Centimeter, so aber, dass ebenfalls auf eine solche Strecke, statt vieler verschiedener Pulszählungen, nur eine einzige kommt. Es ist hiermit natürlich nichts gewonnen. Bedenken wir nun ferner, dass Pflüger wenigstens in seiner zweiten Versuchsreihe in einem Zeitraum von 15 Minuten die 20 Zählungen machte, auf die er sich überhaupt beschränkte, von denen abwechselnd immer eine mit und eine ohne Reizung der Nerven unternommen wurde, so wird es klar, dass selbst dann, wenn etwa die Reizung wirklich zufälligerweise zu einer Vermehrung der Pulse geführt hätte, diese gar nicht bestimmt von einer Vermehrung aus anderer Ursache zu unterscheiden gewesen wäre. Es folgt nämlich, wie ich in meiner Herzarbeit gezeigt habe, dem Tode unmittelbar eine Periode grösserer Schwankungen des Herz-

schlags, die ich dort genauer beschrieben und während deren man nicht reizen darf. Erst wenn eine Reihe fortgesetzter Zählungen in den Zwischenzeiten der Reizung oder vor derselben eine gewisse Konstanz nachgewiesen, kann einer Vermehrung während des Galvanisirens eine bestimmte Bedeutung zugemessen werden. Bleiben dennoch Zweifel, so galvanisirt man längere Zeit und die Vermehrung muss sich eben so lange konstant erhalten, um nach dem Aufhören der Reizung sogleich wieder auf oder *unter* die frühere Zahl herabzusinken. Die Vermehrung der Herzschläge kann nämlich, wie ich ausführlich nachgewiesen habe, auch bei der günstigsten Reizung der Nerven nur eine sehr geringe und scheinbar unbedeutende sein, da während des bei weitem grössten Theiles der normalen diastolischen Zeit die Herznerven von der vorhergegangenen Thätigkeit erschöpft und gar nicht erregbar sind, so dass die Diastole vielleicht nur um $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ durch den Reiz abgekürzt werden kann.

Die Cautelen, welche uns auf diese Weise geboten sind, machen solche Versuche allerdings höchst einförmig, zeitraubend und langweilig; der Vernachlässigung dieser Vorschriften ist es aber beizumessen, wenn es nicht möglich ist, ein Urtheil über den Werth der Pulsvermehrung auszusprechen, welche Pflüger in 2 von seinen 4 mitgetheilten Versuchen während der Reizung der Vagi je einmal *wirklich beobachtete.* Einmal nämlich zählte er während der Ruhe des Vagus 48 Pulsationen, dann beim Tetanisiren 52 und sogleich darauf bei der Ruhe wieder 48. Ein anderesmal zählte er in der Ruhe 52, dann beim Tetanisiren 53 und dann wieder in der Ruhe 52. Hieraus ist allerdings nichts zu entnehmen; aber im Hinblick auf meine vielfachen Versuche hätte hierin vielleicht für Pflüger ein Wink liegen können, nicht so unbedenklich zu behaupten, dass man durch Galvanisiren der Vagi *niemals* eine Vermehrung des Pulses erlange.

Ich theile nun einige meiner neueren Versuchsreihen mit, bei denen ich mich eines Schlittenapparates bediente, bei welchem der Abstand der beiden Spiralen nach Wiener Zollen, in $^1/_{10}$ getheilt, gemessen wurde. Ich nehme die Versuche ohne Auswahl auf's Geradewohl aus meinem Diarium, damit der Leser alle Zufälligkeiten des

Experimentes kennen lerne. Wo die erste Rubrik nicht ausgefüllt ist, war der Nerv ohne Reizung [1]).

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| Einer Rana temporaria im Juni. Centralnervensystem zerstört und bald darauf ein Vagus blossgelegt. | 4 Uhr. | | | 102 Min. | 44 |
| | 44 Min. | 26 | 7,8 — | 103 „ | 44 |
| | 45 „ | 26 | | 104 „ | 44 |
| | 45½ „ | 26 | | 105 „ | 44 |
| | 46 „ | 26 | 7,1 — | 106 „ | 50 |
| | 47 „ | 26 | 7,1 — | 106½ „ | 52 |
| | 48 „ | 26 | | 107 „ | 44 |
| | 49 „ | 26 | | 108 „ | 44 |
| 14,0 | 50 „ | 28 | | 109 „ | 45 |
| 14,0 | 51 „ | 28 | | 110 „ | 44 |
| | 52 „ | 29 | 7,1 — | 111 „ | 50 |
| | 53 „ | 30 | | 112 „ | 44 |
| | 54 „ | 30 | | 113 „ | 44 |
| | 55 „ | 30 | 7,1 — | 113½ „ | 50 |
| | 56 „ | 30 | | 115 „ | 44 |
| | 57 „ | 30 | | 116 „ | 44 |
| | 58 „ | 30 | | 117 „ | 44 |
| | 59 „ | 31 | 7,0 — | 118 „ | 48 |
| | 60 „ | 32 | 6,9 — | 119 „ | 50 |
| | 61 „ | 32 | | 120 „ | 44 |
| | 62 „ | 32 | 6,9 — | 121 „ | 49 |
| | 63 „ | 32 | | 122 „ | 45 |
| 9,5 | 64 „ | 35 | | 123 „ | 44 |
| 9,5 | 64½ „ | 35 | | 124 „ | 44 |
| | 65 „ | 32 | 6,8 — | 125 „ | 40 |
| | 65½ „ | 32 | | 126 „ | 44 |
| | 96 „ | 44 | 6,9 — | 127 „ | 48 |
| | 97 „ | 44 | | 128 „ | 44 |
| | 98 „ | 44 | | 129 „ | 44 |
| 7,8 | 99 „ | 50 | 6,9 — | 130 „ | 46 |
| | 100 „ | 44 | | 131 „ | 42 |
| | 101 „ | 44 | | 132 „ | 42 |
| | | | | 133 „ | 42 |
| | | | | 134 „ | 42 |
| | | | 6,8 — | 135 „ | 44 |

[1]) Der Abstand beider Rollen ist vom vorderen Rande einer jeden angemessen. Der Eisenkern ist aus der primären Rolle stets entfernt. Das erregende Element ist möglichst schwach gewählt, so dass es eben noch hinreicht, die Feder in Bewegung zu setzen.

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| Rana temporaria. Hirnlappen getrennt. Rückenmark zerstört. Eine Elektrode an das verl. Mark, die andere an den linken Vagus. | | |
| | 12 Uhr. | |
| | 31 Min. | 31 |
| | 33 „ | 31 |
| | 34 „ | 31 |
| | 40 „ | 31 |
| | 50 „ | 31 |
| | 51 „ | 31 |
| 12,0 | 52 „ | 35 |
| | 53 „ | 32 |
| | 54 „ | 31½ |
| 11,9 | 55 „ | 36 |
| | 55½ „ | 33 |
| | 56 „ | 32 |
| | 57 „ | 31 |
| 9,7 | 58 „ | 36½ |
| | 59 „ | 31 |
| | 60 „ | 31 |
| | 61 „ | 31½ |
| 9,7 | 62 „ | 36 |
| | 62½ „ | 33 |
| | 63 „ | 31 |
| 9,7 | 64 „ | 36 |
| | 66 „ | 31 |
| 9,5 | 67 „ | 34 |
| | 68 „ | 31 |
| | 69 „ | 31½ |
| 9,6 | 70 „ | 35½ |
| 9,6 | 70½ „ | 35½ |
| | 72 „ | 32 |
| | 73 „ | 31½ |
| | 74 „ | 31½ |
| 9,6 | 75 „ | 36½ |
| | 76 „ | 31½ |
| 11,5 | 77 „ | 34 |
| | 78 „ | 31½ |
| 11,4 | 79 „ | 34 |
| 11,4 | 79½ „ | 34 |
| | 80 „ | 31½ |
| | 81 Min. | 31½ |
| | 82 „ | 31½ |
| 10,6 — | 83 „ | 37 |
| | 84 „ | 32 |
| | 85 „ | 31½ |
| | 90 „ | 31 |
| | 93 „ | 30 |
| | 94 „ | 31 |
| Kleine Rana oxyrrhina. Die beiden Vagi nach Weber's Methode in Schlingen aufgehängt. | | |
| | 2 Uhr. | |
| | 16 Min. | 34 |
| | 17 „ | 34 |
| | 18 „ | 34 |
| | 19 „ | 34 |
| | 20 „ | 34 |
| | 21 „ | 34 |
| 9,2 — | 22 „ | 36 |
| | 23 „ | 34 |
| | 24 „ | 34 |
| 9,1 — | 25 „ | 36 |
| | 26 „ | 34 |
| 9,0 — | 27 „ | 35 |
| | 28 „ | 34 |
| | 29 „ | 34 |
| | 30 „ | 34 |
| 9,0 — | 31 „ | 36 |
| | 32 „ | 34 |
| | 33 „ | 34 |
| 8,4 — | 34 „ | 39 |
| 8,4 — | 35 „ | 40 |
| | 36 „ | 34 |
| | 37 „ | 34 |
| | 80 „ | 24 |
| | 82 „ | 24 |
| | 83 „ | 24 |
| | 84 „ | 24 |
| 8,4 — | 85 „ | 27 |
| 8,4 — | 85½ „ | 30 |
| | 86½ „ | 24 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 87 Min. | 24 |
| | 88 „ | 24 |
| | 89 „ | 24 |
| | 90 „ | 24 |
| 8,4 | 91 „ | 28 |
| | 92 „ | 24 |
| | 93 „ | 24 |
| | 94 „ | 24 |
| 8,2 | 95 „ | 27 |
| | 96 „ | 24 |
| 8,2 | 97 „ | 29 |
| | 98 „ | 24 |
| | 99 „ | 24 |
| | 100 „ | 24 |
| | 101 „ | 24 |
| 8,2 | 102 „ | 26 |
| 8,2 | 103 „ | 26 |
| | 104 „ | 24 |
| | 105 „ | 24 |
| | 106 „ | 24 |
| 8,2 | 107 „ | 26 |
| 8,2 | 108 „ | 26 |
| | 109 „ | 24 |
| | 110 „ | 24 |
| | 111 „ | 24 |
| 7,8 | 112 „ | 20 |
| | 113½ „ | 24 |
| | 114 „ | 24 |
| | 115 „ | 24 |
| | 116 „ | 24 |
| 8,4 | 117 „ | 26 |
| | 118 „ | 24 |
| | 119 „ | 24 |
| | 120 „ | 23½ |
| 8,2 | 121 „ | 26½ |
| | 122 „ | 24 |
| | 123 „ | 24 |
| | 124 „ | 24 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| Rana temporaria je ein Drath an den Abgang eines Vagus neben dem verl. Mark. | | |
| | 9 Uhr. | |
| | 14 Min. | 26 |
| | 15 „ | 26 |
| | 16 „ | 26 |
| | 17 „ | 26 |
| 8,0 — | 18 „ | 28 |
| 8,0 — | 19 „ | 28 |
| | 20 „ | 26 |
| | 21 „ | 26 |
| | 22 „ | 26 |
| 8,0 — | 23 „ | 26 |
| 7,5 — | 24 „ | 27 |
| | 25 „ | 24 |
| | 26 „ | 24 |
| | 27 „ | 24 |
| | 28 „ | 24 |
| 7,5 — | 29 „ | 26 |
| 7,5 — | 30 „ | 26 |
| | 31 „ | 24 |
| | 32 „ | 24 |
| | 33 „ | 24 |
| | 34 „ | 23 |
| | 35 „ | 23 |
| 7,5 — | 36 „ | 24 |
| | 37 „ | 23 |
| | 38 „ | 22 |
| | 39 „ | 22 |
| 7,0 — | 40 „ | 24 |
| | 41 „ | 22 |
| | 42 „ | 21 |
| | 43 „ | 21 |
| | 44 „ | 20 |
| | 45 „ | 20 |
| 7,0 — | 46 „ | 23 |
| | 47 „ | 22 |
| | 52 „ | 20 |
| | 53 „ | 20 |
| | 54 „ | 19 |
| 7,0 — | 55 „ | 21 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 56 Min. | 18 |
| | 57 — | 18 |
| | 58 — | 17½ |

Rana temporaria. Ein Vagus neben dem Abgang aus dem Schädel zwischen die Dräthe.

| | | |
|---|---|---|
| | 40 Min. | 32 |
| | 41 „ | 32 |
| | 42 „ | 32 |
| | 43 „ | 32 |
| | 44 „ | 32 |
| | 45 „ | 32½ |
| | 46 „ | 33 |
| | 47½ „ | 34 |
| | 48 „ | 33½ |
| | 49 „ | 34 |
| | 50 „ | 34 |
| | 51 „ | 33½ |
| | 52 „ | 34 |
| | 53 „ | 34 |
| | 54 k | 33½ |
| | 55 „ | 33½ |
| 9,6 | 56 „ | 0 |
| | 57 „ | 30 |
| | 58 „ | 33 |
| | 59 „ | 33 |
| | 60 „ | 33 |
| | 61 „ | 32 |
| | 62 „ | 32 |
| | 63 „ | 32 |
| 10,0 | 64 „ | 30 |
| | 65 „ | 30 |
| | 66 „ | 29 |
| | 67 „ | 29 |
| | 68 „ | 28 |
| | 69 „ | 28 |
| | 70 „ | 28 |
| | 71 „ | 28 |
| | 74 „ | 27 |
| | 75 „ | 26½ |
| | 76 „ | 26 |
| | 77 Min. | 26 |
| 10,1 | 78 „ | 29 |
| 10,1 | 79 „ | 28 |
| | 80 „ | 25 |
| | 81 „ | 25 |
| | 82 „ | 24 |
| | 83 „ | 24 |
| 10,0 | 84 „ | 27 |
| | 88 „ | 23 |
| | 89 „ | 23½ |
| | 90 „ | 23½ |
| | 110 „ | 26 |
| | 111 „ | 26 |
| | 112 „ | 26 |
| | 113 „ | 26 |
| | 114 „ | 26 |
| 9,9 | 115 „ | 0 |
| | 116 „ | 26 |
| | 117 „ | 26 |
| | 118 „ | 26 |
| 10,4 | 119 „ | 28 |
| 10,4 | 119½ „ | 28 |
| | 121 „ | 26 |
| | 122 „ | 26 |
| 10,1 | 123 „ | 28 |
| 10,1 | 124 „ | 27 |
| 9,8 | 125 „ | 0 |
| | 126 „ | 24 |
| | 127 „ | 24 |
| | 128 „ | 24 |
| | 129 „ | 23½ |
| | 130 „ | 23 |
| | 131 „ | 23 |
| | 132 „ | 23 |
| | 133 „ | 23 |
| | 134 „ | 23 |
| | 135 „ | 23 |
| | 136 „ | 23 |
| | 137 „ | 23 |
| 9,5 | 138 „ | 25 |
| | 139 „ | 23 |
| | 140 „ | 23 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 141 Min. | 23 | 8,6 | 202½ M. | 24 |
| 9,4 | 142 „ | 25 | 8,6 | 203 „ | 24 |
| | 143 „ | 23 | | 204 „ | 21½ |
| | 144 „ | 23 | | 205 „ | 21½ |
| | 160 „ | 23 | | 206 „ | 21½ |
| 9,4 | 161 „ | 23 | 8,6 | 207 „ | 24½ |
| 9,0 | 162 „ | 25 | | 208 „ | 21 |
| | 163 „ | 23 | | 209 „ | 20 |
| | 164 „ | 23 | | 210 „ | 20½ |
| 9,0 | 165 „ | 24 | | 211 „ | 20½ |
| 8,8 | 166 „ | 25 | | 212 „ | 20 |
| 8,8 | 167 „ | 25 | | 213 „ | 20 |
| | 168 „ | 23½ | | 214 „ | 20½ |
| | 169 „ | 23 | | 220 „ | 20 |
| | 170 „ | 23 | | 221 „ | 20½ |
| | 171 „ | 23 | | 222 „ | 20½ |
| | 175 „ | 23 | 8,5 | 223 „ | 19 |
| | 176 „ | 22½ | 8,7 | 224 „ | 23½ |
| | 179 „ | 22½ | 8,7 | 225 „ | 22½ |
| | 180 „ | 22 | | 226 „ | 20½ |
| | 181 „ | 22 | | 227 „ | 20½ |
| | 182 „ | 22 | | 228 „ | 20½ |
| 8,8 | 183 „ | 24 | | 230 „ | 20½ |
| 8,8 | 184 „ | 23½ | | 231 „ | 20 |
| 8,7 | 185 „ | 23 | | 232 „ | 20 |
| | 186 „ | 22 | | 233 „ | 20 |
| | 187 „ | 22 | | 234 „ | 20 |
| | 188 „ | 22 | 8,5 | 235 „ | 20 |
| | 189 „ | 22 | 8,3 | 236 „ | 20 |
| | 190 „ | 22 | 8,2 | 237 „ | 22 |
| | 191 „ | 22 | 8,2 | 238 „ | 22 |
| | 192 „ | 22 | | 239 „ | 20 |
| 8,8 | 193 „ | 24 | | 240 „ | 20 |
| 8,8 | 194 „ | 24 | | 241 „ | 20 |
| | 194½ „ | 23 | 8,5 | 242 „ | 20 |
| | 196 „ | 21½ | 8,2 | 243 „ | 22 |
| | 197 „ | 21½ | 8,2 | 244 „ | 21 |
| | 198 „ | 21½ | 8,0 | 245 „ | 0 |
| | 199 „ | 21½ | | 246 „ | 20 |
| | 200 „ | 21½ | | 247 „ | 20 |
| | 201 „ | 21½ | | 248 „ | 20 |
| 8,7 | 202 „ | 24 | | 249 „ | 20 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| 8.1 | 250 Min. | 22 | 11,3 | 48 Min. | 23½ |
| | 251 „ | 20 | | 49 „ | 21 |
| | 252 „ | 20 | | 50 „ | 21 |
| | 260 „ | 20 | | 51 „ | 21 |
| | 261 „ | 19 | 11,0 | 52 „ | 22½ |
| | 262 „ | 19 | 11,0 | 53 „ | 22½ |
| | 263 „ | 19 | 10,9 | 54 „ | 23 |
| | | | | 56 „ | 21½ |
| Rana temporaria. Ein Vagus zwischen den Dräthen. | | | | 57 „ | 21½ |
| | | | | 58 „ | 21(½) |
| | 4 Uhr. | | | 59 „ | 21½ |
| | 13 Min. | 22 | | 60 „ | 21 |
| | 14 „ | 22½ | 10,8 | 61 „ | 23 |
| | 15 „ | 22 | 10,8 | 62 „ | 22½ |
| | 16 „ | 22 | | 64 „ | 21 |
| | 17 „ | 22 | | 65 „ | 21½ |
| | 18 „ | 22½ | | 66 „ | 21½ |
| | 19 „ | 22½ | | 67 „ | 22 |
| | 23 „ | 23 | | 68 „ | 22 |
| | 24 „ | 23 | | 69 „ | 22 |
| | 25 „ | 23 | | 70 „ | 22 |
| | 27 „ | 22 | | 71 „ | 22 |
| | 28 „ | 22 | | 72 „ | 22 |
| | 29 „ | 21½ | 10,0 | 74 „ | 25 |
| | 30 „ | 21½ | | 75 „ | 22 |
| | 31 „ | 21½ | | 76 „ | 22 |
| | 32 „ | 21½ | 9,8 | 77 „ | 24 |
| | 33 „ | 21½ | | 78 „ | 21½ |
| | 35 „ | 21½ | | 79 „ | 21½ |
| 12,5 | 36 „ | 23½ | 9,8 | 80 „ | 24½ |
| 12,5 | 37 „ | 21 | | 81 „ | 22 |
| 12,5 | 38 „ | 21 | | 82 „ | 22 |
| 12,0 | 39 „ | 23 | | 110 „ | 21 |
| 11,8 | 39½ „ | 23½ | | 111 „ | 21 |
| | 41 „ | 21 | | 112 „ | 21 |
| | 42 „ | 21 | | 113 „ | 21 |
| | 43 „ | 21 | | 114 „ | 21 |
| 11,8 | 43½ „ | 23 | | 115 „ | 21 |
| 11,8 | 44 „ | 23½ | 7,8 | 116 „ | 24 |
| 11,5 | 45 „ | 22 | | 117 „ | 21 |
| 11,4 | 46 „ | 21 | | 118 „ | 21 |
| 11,2 | 47 „ | 22 | | 119 „ | 21 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| 7,6 | 120 Min. | 0 |
| | 121 „ | 21 |
| 7,8 | 122 „ | 23 |
| | 123 „ | 21 |
| | 124 „ | 21 |
| 7,8 | 125 „ | 24 |
| 7,7 | 126 „ | 0 |
| | 127 „ | 21 |
| | 128 „ | 21 |

Rana oxyrrhina. Beide Vagi in Schlingen.

| | | |
|---|---|---|
| | 12 Uhr. | |
| | 25 „ | 34 |
| | 26 „ | 34 |
| | 27 „ | 34 |
| | 30 „ | 32 |
| | 31 „ | 31½ |
| | 32 „ | 31 |
| | 33 „ | 31 |
| Mechanische | 34 „ | 33½ |
| Reizung | 34½ „ | 34 |
| der Vagi. | 35½ „ | 31 |
| | 36 „ | 31 |
| | 37 „ | 31 |
| | 38 „ | 31 |
| | 39 „ | 31 |
| | 40 „ | 31 |
| | 41 „ | 31 |
| | 42 „ | 31 |
| 12,7 | 43 „ | 31 |
| 12,0 | 44 „ | 31 |
| 11,5 | 45 „ | 32 |
| 11,0 | 46 „ | 33 |
| 10,9 | 47 „ | 34½ |
| | 48 „ | 30½ |
| | 49 „ | 30½ |
| | 50 „ | 30½ |
| | 51 „ | 30½ |
| | 52 „ | 30½ |
| 10,9 | 53 „ | 32 |
| | 54 „ | 30½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 55 Min. | 30½ |
| 10,9 | 56 „ | 33 |
| | 57½ „ | 30 |
| | 59 „ | 30 |
| | 62 „ | 30 |
| | 64 „ | 30(½) |
| | 66 „ | 30 |
| | 67½ „ | 30 |
| 10,9 | 69 „ | 31 |
| 10,9 | 69½ „ | 31 |
| 10,6 | 70½ „ | 33 |
| 10,6 | 72 „ | 31½ |
| | 74½ „ | 30 |
| | 75 „ | 30½ |
| | 76 „ | 30½ |
| | 77 „ | 30½ |
| | 79 „ | 30½ |
| 10,5 | 81 „ | 33 |
| | 84 „ | 30 |
| | 86 „ | 30½ |
| | 87 „ | 30½ |
| | 88 „ | 30(½) |
| | 90 „ | 30 |
| 10,4 | 92 „ | 32½ |
| 10,4 | 92½ „ | 32½ |
| 10,3 | 93½ „ | 29 |
| | 94½ „ | 29 |
| | 97 „ | 29 |
| | 99 „ | 29 |
| | 100 „ | 29 |
| | 101 „ | 29 |
| 10,4 | 103 „ | 31½ |
| 10,4 | 103½ „ | 31½ |
| 10,4 | 104½ „ | 30½ |
| | 106 „ | 30 |
| | 108 „ | 29½ |
| | 110 „ | 29 |
| | 111 „ | 29 |
| | 113 „ | 29 |
| | 114 „ | 29 |
| | 115 „ | 29 |
| | 116 „ | 29 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 117 Min. | 29 | | 182 Min. | 25 |
| | 118 „ | 29 | | 183 „ | 25 |
| | 119 „ | 29 | | 184 „ | 25 |
| | 120 „ | 29(½) | | 185 „ | 25 |
| | 121 „ | 29(½) | 8,9 | 187 „ | 31 |
| | 124 „ | 29 | 8,9 | 188 „ | 31½ |
| | 126 „ | 29 | | 190 „ | 25 |
| 9,0 | 128 „ | 30½ | | 191 „ | 25 |
| | 130 „ | 29 | | 192 „ | 25 |
| | 134 „ | 28½ | | 193 „ | 25 |
| | 135 „ | 28½ | | 194 „ | 25 |
| | 136 „ | 28½ | | 195 „ | 25 |
| | 137 „ | 28½ | | 199 „ | 25 |
| | 138 „ | 28½ | | 200 „ | 25 |
| 8,9 | 139½ „ | 32½ | | 201 „ | 25 |
| 8,9 | 140 „ | 33 | | 202 „ | 25 |
| | 141 „ | 28 | | 203 „ | 25 |
| | 142 „ | 28 | | 205 „ | 24½ |
| | 143 „ | 28 | | 207 „ | 24½ |
| 8,8 | 145 „ | 30½ | 8,4 | 209 „ | 31 |
| | 147 „ | 27 | 8,4 | 210 „ | 33 |
| | 148 „ | 27 | | 212 „ | 24½ |
| | 149 „ | 27 | | 213 „ | 24½ |
| | 154 „ | 26½ | | 214 „ | 24½ |
| | 156 „ | 26½ | 8,3 | 216 „ | 29½ |
| | 158 „ | 26½ | | 218 „ | 24½ |
| 8,9 | 160 „ | 30 | | 219 „ | 24½ |
| 8,9 | 161 „ | 30½ | | 220 „ | 24½ |
| 8,9 | 162 „ | 30½ | | 225 „ | 24½ |
| | 164 „ | 25 | | 226 „ | 24½ |
| | 165 „ | 25 | | 227 „ | 24½ |
| | 166 „ | 25 | | 228 „ | 24½ |
| | 168 „ | 25 | | 240 „ | 24 |
| | 170 „ | 25 | | 241 „ | 24 |
| 8,8 | 171½ „ | 2 | | 244 „ | 24 |
| | 173 „ | 25 | 8,3 | 246 „ | 27 |
| | 174½ „ | 25 | | 247½ „ | 23½ |
| 8,9 | 176 „ | 29 | | 248 „ | 23½ |
| 8,9 | 177 „ | 30½ | | 249 „ | 23½ |
| | 178½ „ | 26 | | | |
| | 180 „ | 25 | | | |
| | 181 „ | 25 | | | |

| Abstand beider Rollen. | Zeit | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| Rana temporaria. 2 Vagi frei an die Dräthe. Centralnervensystem zerstört. | 10 Uhr. | |
| | 2 Min. | 37 |
| | 4 „ | 37 |
| | 6 „ | 37 |
| | 8 „ | 37½ |
| | 10 „ | 38 |
| | 12 „ | 39 |
| | 14 „ | 39 |
| | 15½ „ | 40 |
| | 17 „ | 40½ |
| | 18½ „ | 41 |
| | 19½ „ | 42 |
| | 21 „ | 43 |
| | 23 „ | 43 |
| | 25 „ | 43 |
| | 27 „ | 43 |
| 9,9 | 29 „ | 48 |
| | 31 „ | 44 |
| | 33 „ | 45 |
| 7,9 | 35 „ | 0 |
| | 35½ „ | 39 |
| | 37 „ | 45 |
| | 39 „ | 45 |
| | 41 „ | 45 |
| | 42 „ | 45 |
| | 44 „ | 45 |
| | 45 „ | 45 |
| | 47 „ | 45½ |
| 9,5 | 49 „ | 48 |
| 9,4 | 50 „ | 48½ |
| | 51 „ | 45½ |
| | 52 „ | 45½ |
| | 53 „ | 45½ |
| | 55 „ | 45½ |
| | 57 „ | 45½ |
| | 59 „ | 45½ |
| | 60 „ | 45½ |
| | 61 „ | 45½ |
| 7,7 | 62 „ | 49½ |
| | 65 „ | 45½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit.. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 66 Min. | 45½ |
| | 67 „ | 45½ |
| | 70 „ | 45½ |
| | 71 „ | 45(½) |
| | 73 „ | 45½ |
| | 74 „ | 45½ |
| | 76 „ | 45½ |
| | 78 „ | 45½ |
| | 79 „ | 45(½) |
| | 81 „ | 45½ |
| | 82 „ | 45½ |
| | 83 „ | 45½ |
| | 84 „ | 45½ |
| | 86 „ | 45½ |
| | 88 „ | 45½ |
| | 90 „ | 45½ |
| 8,1 | 91 „ | 50 |
| | 92½ „ | 50 |
| | 94 „ | 49 |
| | 96 „ | 45½ |

| | | |
|---|---|---|
| Alte Rana esculenta. Wie die vorige präparirt. | 12 Uhr. | Plse in 60 Sc. |
| | 23 Min. | 55 |
| | 24 „ | 55 |
| | 26 „ | 55 |
| | 28 „ | 55 |
| | 30 „ | 55 |
| | 31 „ | 55 |
| 11,5 | 32 „ | 57 |
| | 33 „ | 55 |
| 11,3 | 34½ „ | 57 |
| | 36 „ | 55 |
| 11,0 | 38 „ | 57 |
| | 40 „ | 55 |
| | 41 „ | 55 |
| 10,9 | 42 „ | 55 |
| | 44 „ | 55 |
| | 46 „ | 55 |
| 10,5 | 47 „ | 57 |
| | 49 „ | 55 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 60 Secunden. |
|---|---|---|
| | 50 Min. | 55 |
| 10,0 | 52 „ | 57 |
| | 54 „ | 55 |
| 9,5 | 55½ „ | 57 |
| 8,5 | 57 „ | 57 |
| 8,2 | 58 „ | 57 |
| 8,0 | 59 „ | 58 |
| 7,8 | 60 „ | 60 |
| | 61½ „ | 58 |
| | 63 „ | 55 |
| | 64½ „ | 54½ |
| | 65½ „ | 54 |
| 7,4 | 67 „ | 0 |
| | 68 „ | 45 |
| | 70 „ | 45 |
| | 71½ „ | 45 |
| 7,8 | 73 „ | 47 |
| | 76 „ | 35 |
| | 77½ „ | 35 |
| | 79 „ | 35 |
| | 80 „ | 34 |
| 7,5 | 81½ „ | 38 |
| | 83 „ | 34 |
| | 84 „ | 34 |
| 7,1 | 86 „ | 38 |
| | 102 „ | 48 |
| | 104 „ | 48 |

Rana temporaria. Ein Vagus präparirt. Centralnervensystem ausser dem verl. Mark zerstört.

| | 12 Uhr. | Plse in 30 Sk. |
|---|---|---|
| | 10 Min. | 19 |
| | 11 „ | 19 |
| | 12 „ | 19 |
| | 13 „ | 19 |
| | 14 „ | 19 |
| | 15 „ | 19 |
| | 16 „ | 19 |
| | 17 „ | 19 |
| 12,0 | 18 „ | 21½ |
| | 19 „ | 19 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 20 Min. | 19 |
| | 21 „ | 19 |
| | 22 „ | 19½ |
| | 23 „ | 19½ |
| | 24 „ | 19 |
| | 25 „ | 19½ |
| | 26 „ | 19½ |
| | 30 „ | 19½ |
| | 31 „ | 19½ |
| | 33 „ | 19½ |
| | 34 „ | 19½ |
| | 35 „ | 19 |
| | 36 „ | 18½ |
| | 40 „ | 17 |
| | 41 „ | 17 |
| | 42 „ | 17 |
| | 43 „ | 17 |
| | 44 „ | 17 |
| | 45 „ | 17 |
| 11,0 | 46 „ | 17 |
| 10,0 | 47 „ | 17 |
| 9,0 | 48 „ | 18 |
| | 49 „ | 17 |
| | 50 „ | 17 |
| 8,5 | 51 „ | 19½ |
| | 52 „ | 17 |
| | 53 „ | 17 |
| 8,3 | 54 „ | 20 |
| 8,3 | 55 „ | 19½ |
| | 56 „ | 19½ |
| | 57 „ | 17 |
| | 58 „ | 17 |
| | 59 „ | 17 |
| | 62 „ | 17 |
| | 63 „ | 16½ |
| | 66 „ | 16½ |
| | 67 „ | 16½ |
| | 68 „ | 16½ |
| | 69 „ | 16½ |
| | 70 „ | 16½ |
| | 72 „ | 16½ |
| | 73 „ | 16 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 74 Min. | 16 |
| | 75 „ | 16 |
| | 76 „ | 16 |
| | 78 „ | 16 |
| | 80 „ | 16 |
| | 82 „ | 16 |
| | 83 „ | 16 |
| | 84 „ | 16 |
| 7,5 | 85 „ | 18½ |
| | 86 „ | 18½ |
| | 87 „ | 17½ |
| | 88 „ | 17 |
| | 89 „ | 16 |

In der 100ten Minute wird dem Frosche das verl. Mark mit der Knochenzange blossgelegt (mechanische Reizung).

| | | |
|---|---|---|
| | 105 Min. | 22 |
| | 106 „ | 22 |
| | 106½ „ | 22 |
| | 107 „ | 21 |
| | 108 „ | 21 |
| | 109 „ | 21 |
| 8,3 | 110 „ | 25 |
| | 111 „ | 19½ |
| | 112 „ | 18 |
| | 113 „ | 18 |
| | 114 „ | 18 |
| 8,2 | 115 „ | 22 |
| | 116 „ | 17 |
| | 117 „ | 16½ |
| | 118 „ | 16½ |
| 8,1 | 119 „ | 20½ |
| | 120 „ | 15 |
| | 121 „ | 15 |
| | 122 „ | 15½ |
| | 123 „ | 16 |
| | 124 „ | 15½ |
| 8,0 | 125 „ | 20½ |
| 8,0 | 125½ „ | 20½ |
| | 126 „ | 15 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 127 Min. | 15 |
| | 128 „ | 15½ |
| | 129 „ | 15 |
| 7,8 | 130 „ | 20 |
| | 131 „ | 15 |
| | 132 „ | 14 |
| | 133 „ | 14 |
| | 134 „ | 14 |
| | 135 „ | 14 |
| 7,7 | 136 „ | 16½ |
| | 137 „ | 14 |
| | 138 „ | 13 |
| 7,6 | 139½ „ | 15½ |

Dräthe an's verlängerte Mark.

| | | |
|---|---|---|
| | 141 Min. | 10 |
| | 142 „ | 10½ |
| | 143 „ | 10 |
| 7,4 | 144 „ | 15½ |
| | 146 „ | 10½ |
| | 147 „ | 10½ |
| | 148 „ | 10½ |
| 7,3 | 149 „ | 15 |
| | 151 „ | 10½ |
| | 152 „ | 10½ |

Rana esculenta. Hirn und Rückenmark zerstört. Verl. Mark erhalten. Ein Drath an dessen vordere, der andere an dessen hintere Schnittfläche.

| | | |
|---|---|---|
| | 11 Uhr. | |
| | 30 Min. | 16 |
| | 31 „ | 16 |
| | 32 „ | 16 |
| | 33 „ | 16 |
| | 34 „ | 16 |
| | 35 „ | 15½ |
| | 36 „ | 15½ |
| | 37 „ | 15½ |
| | 38 „ | 15½ |
| | 39 „ | 15 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 40 Min. | 15 |
| | 41 „ | 15 |
| | 42 „ | 15 |
| | 43 „ | 15 |
| | 44 „ | 15 |
| | 45 „ | 15 |
| | 46 „ | 14½ |
| | 47 „ | 14 |
| | 48 „ | 14 |
| | 49 „ | 14 |
| 7,9 | 50 „ | 14 |
| | 51 „ | 14 |
| | 52 „ | 14 |
| | 53 „ | 14 |
| | 54 „ | 14 |
| | 55 „ | 14 |
| | 56 „ | 14 |
| | 57 „ | 14 |
| | 58 „ | 14 |
| 7,5 | 59 „ | 19 |
| 7,5 | 60 „ | 17 |
| | 60½ „ | 14½ |
| | 63 „ | 14½ |
| | 64 „ | 14½ |
| 7,5 | 65 „ | 16½ |
| | 66 „ | 14½ |
| | 67 „ | 14½ |
| | 68 „ | 14½ |
| | 69 „ | 14½ |
| | 70 „ | 14½ |
| | 72 „ | 14½ |

Rana temporaria wie der vorhergehende. Der vordere Schnitt aber vor dem Vierhügel. Dräthe an den Vaguswurzeln.

1 Uhr.

| | | |
|---|---|---|
| | 33 Min. | 31 |
| | 34 „ | 31 |
| | 35 „ | 30 |
| | 36 „ | 30 |
| | 37 „ | 30 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 38 Min. | 30 |
| 10,5 | 39 „ | 32 |
| 10,5 | 39½ „ | 32 |
| | 40 „ | 30 |
| | 41 „ | 30 |
| | 42 „ | 30 |
| 10,5 | 43 „ | 32 |
| | 44 „ | 30 |
| | 45 „ | 30 |
| | 55 „ | 32 |
| | 55½ „ | 32 |
| | 56 „ | 32 |
| | 57 „ | 32 |
| | 58 „ | 32 |
| | 59 „ | 32 |
| 10,3 | 60 „ | 36 |
| | 61 „ | 32 |
| | 62 „ | 32 |
| | 62½ „ | 32 |
| | 63 „ | 32 |
| | 63½ „ | 32 |
| | 65 „ | 32 |
| | 65½ „ | 32 |
| 10,3 | 66 „ | 34 |
| | 66½ „ | 32 |
| 10,3 | 68 „ | 34 |
| | 69 „ | 32 |
| | 70 „ | 32 |
| 10,3 | 71 „ | 32 |
| 10,0 | 71½ „ | 32 |
| 9,9 | 72 „ | 34½ |
| | 73 „ | 32 |
| | 74 „ | 32 |
| 9,9 | 75 „ | 34 |
| | 76 „ | 34 |
| | 77 „ | 34 |
| | 78 „ | 34 |
| | 79 „ | 34 |
| | 80 „ | 34½ |
| | 81 „ | 34 |
| | 84 „ | 34½ |
| | 85 „ | 34½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 86 Min. | 34½ |
| | 87 „ | 35 |
| | 88 „ | 35 |
| | 89 „ | 35 |
| | 92 „ | 35½ |
| | 93 „ | 35½ |
| | 95 „ | 36 |
| | 96 „ | 36 |
| | 97 „ | 36 |
| | 97½ „ | 36 |
| | 98 „ | 36 |
| | 99 „ | 36 |
| 9,9 | 100 „ | 38 |
| 9,9 | 100½ „ | 39 |
| | 101½ „ | 35 |
| | 102 „ | 34½ |
| | 103 „ | 34½ |
| | 104 „ | 34 |
| 9,9 | 105 „ | 34 |
| 9,0 | 106 „ | 36 |
| | 107 „ | 33 |
| 9,0 | 108 „ | 36 |
| | 109 „ | 32 |
| | 110 „ | 32 |
| | 111 „ | 32 |
| | 112 „ | 32 |
| 9,0 | 113 „ | 34 |
| | 114 „ | 31 |
| | 130 „ | 32 |
| | 131 „ | 32 |
| | 132 „ | 32 |
| | 133 „ | 32 |
| | 134 „ | 32 |
| 8,9 | 135 „ | 41 |
| | 136 „ | 28 |
| | 137 „ | 31 |
| | 138 „ | 34 |
| | 139 „ | 33 |
| 8,9 | 140 „ | 38 |
| | 141 „ | 32 |
| | 142 „ | 29 |
| | 143 „ | 30 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | R. tempor.; nur d. Rückenmark zerstört. Verl. Mark und Hirn blosgelegt. Dräthe an's verl. Mark. Das Thier athmet anfangs nicht, bei + beginnt es wieder zu athmen, bei ++ mechanische Reizung, worauf Bewegung des Vorderkörpers. | |
| | 6 Uhr. | |
| | 7 Min. | 12 |
| | 8 „ | 12 |
| | 9 „ | 12½ |
| | 10 „ | 12½ |
| | 11 „ | 12½ |
| | 12 „ | 12½ |
| + | 13 „ | 13½ |
| | 14 „ | 13½ |
| | 14½ „ | 13½ |
| | 15 „ | 13½ |
| 9,1 | 16 „ | 16 |
| | 17 „ | 14 |
| | 18 „ | 14½ |
| | 19 „ | 14 |
| | 20 „ | 14½ |
| ++ | 21 „ | 16 |
| | 22 „ | 16 |
| | 23 „ | 16 |
| | 40 „ | 16 |
| 8,0 | 41 „ | 2 |
| | 42 „ | 16 |
| | 43 „ | 15 |
| | 44 „ | 15 |
| 9,0 | 45 „ | 17 |
| | 46½ „ | 15 |
| | 47 „ | 15 |
| | 48 „ | 15 |
| | 49 „ | 15 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| Rana oxyrrhina im Winter. Hirnlappen und Rückenmark zerstört. Dräthe an die Vaguswurzeln, an die Seite des verl. Markes. Zimmer anfangs kühl. | | |
| | 7 Uhr Mrgns. | |
| | 45 Min. | 20 |
| | 46 „ | 20½ |
| | 47 „ | 21 |
| | 48 „ | 21 |
| | 49 „ | 21 |
| | 50 „ | 20½ |
| | 51 „ | 20½ |
| | 52 „ | 20½ |
| | 54 „ | 20½ |
| 8,8 | 55 „ | 23½ |
| | 56 „ | 20½ |
| | 57 „ | 20½ |
| | 58 „ | 20½ |
| | 59 „ | 20½ |
| | 60 „ | 20½ |
| 8,8 | 61 „ | 22 |
| 8,6 | 63 „ | 18 |
| | 64 „ | 18 |
| | 65 „ | 18 |
| | 66 „ | 18½ |
| | 67 „ | 18½ |
| | 68 „ | 18½ |
| | 69 „ | 18½ |
| 8,7 | 70 „ | 21½ |
| | 70½ „ | 18½ |
| | 72 „ | 18 |
| | 73 „ | 18 |
| | 74 „ | 18 |
| 8,7 | 75 „ | 18 |
| 8,6 | 76 „ | 18 |
| | 76½ „ | 16 |
| | 77 „ | 16 |
| | 78 „ | 16 |
| | 79 „ | 16 |
| 8,5 | 80 „ | 17 |
| | 81 „ | 15½ |
| 8,5 | 82 Min. | 15½ |
| | 83 „ | 16½ |
| | 84 „ | 15½ |
| | 85 „ | 15 |
| 8,4 | 86 „ | 17½ |
| | 87 „ | 16 |
| | 88 „ | 15½ |
| 8,4 | 89 „ | 17½ |
| Pause, während welcher das Zimmer sehr warm wird (19°). | | |
| | 105 Min. | 32 |
| | 107 „ | 32 |
| | 109 „ | 32 |
| 8,2 | 110 „ | 36½ |
| | 111 „ | 34 |
| | 112 „ | 34 |
| | 113 „ | 34 |
| | 115 „ | 34 |
| | 116 „ | 34 |
| | 117 „ | 34 |
| 8,1 | 118 „ | 38½ |
| | 119 „ | 37 |
| | 121 „ | 36 |
| | 123 „ | 36 |
| 7,8 | 124½ „ | 41 |
| | 126 „ | 36 |
| | 128 „ | 36 |
| | 129 „ | 36 |
| 7,5 | 130 „ | 0 |
| | 131 „ | 36 |
| | 132 „ | 36 |
| | 133 „ | 36 |
| 7,6 | 134 „ | 0 |
| 7,7 | 135 „ | 0 |
| | 137 „ | 30 |
| | 139 „ | 30½ |
| | 140 „ | 32 |
| | 142 „ | 32 |
| | 144 „ | 33 |
| | 146 „ | 33 |
| 7,7 | 147 „ | 30 |
| | 148 „ | 33½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 149 Min. | 33½ |
| 7,9 | 150 „ | 36 |
| | 151 „ | 33½ |
| | 152 „ | 33 |
| | 154 „ | 33 |
| | 156 „ | 33 |
| | 157½ „ | 33 |
| 7,9 | 158 „ | 38 |
| | 159 „ | 36½ |
| | 160 „ | 34 |
| | 161 „ | 33 |
| | 163 „ | 33 |
| 7,8 | 164 „ | 39 |
| | 165½ „ | 37½ |
| | 167 „ | 33 |
| | 168 „ | 33 |
| | 169 „ | 33 |
| | 170 „ | 33 |
| 7,7 | 171½ „ | 40 |
| | 173 „ | 35 |
| | 175 „ | 35 |
| | 176 „ | 35 |

R. temporaria. Hirn u. Rückenmark zerstört. Verl. Mark erhalten. Beide Vagi an Schlingen.

| | 8 Uhr. | |
|---|---|---|
| | 55 Min. | 24 |
| | 56 „ | 24 |
| | 57 „ | 24 |
| | 58 „ | 24 |
| | 59 „ | 23½ |
| | 60 „ | 23½ |
| | 61 „ | 24 |
| | 62 „ | 24 |
| 11,0 | 63 „ | 22 |
| | 64 „ | 24 |
| 12,0 | 65 „ | 24 |
| 11,8 | 66 „ | 24 |
| 11,6 | 67 „ | 25 |
| 11,5 | 68 „ | 23½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 69 Min. | 24 |
| | 70 „ | 24 |
| 11,6 | 71 „ | 24 |
| 11,5 | 72 „ | 25 |
| 11,3 | 73 „ | 27 |
| | 74 „ | 24 |
| | 75 „ | 24½ |
| | 76 „ | 24½ |
| | 77 „ | 24 |
| | 78 „ | 24½ |
| | 79 „ | 25 |
| | 80 „ | 25½ |
| | 81 „ | 26 |
| | 82 „ | 26 |
| | 83 „ | 26 |
| | 84 „ | 26 |
| 11,3 | 85 „ | 29 |
| | 86 „ | 26 |
| | 87 „ | 27 |
| | 88 „ | 27½ |
| | 89 „ | 26½ |
| | 90 „ | 26½ |
| | 91 „ | 26½ |
| 11,0 | 92 „ | 28½ |
| | 93 „ | 26½ |
| | 94 „ | 26½ |
| | 95 „ | 27 |
| | 96 „ | 27 |
| | 97 „ | 27 |
| | 98 „ | 27½ |
| | 99 „ | 27 |
| Mechanische | 100 „ | 30 |
| Reizung der | 101 „ | 28 |
| med. oblong. | 102 „ | 28 |
| | 103 „ | 27 |
| | 104 „ | 26½ |
| | 105 „ | 26½ |
| | 106 „ | 26½ |
| | 107 „ | 27 |
| | 108 „ | 27 |
| | 109 „ | 26 |
| | 110 „ | 26 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| 10,9 | 111 Min. | 27 |
| 10,0 | 112 „ | 29 |
| 9,8 | 113 „ | 29 |
| | 114 „ | 27½ |
| | 115 „ | 27 |
| | 116 „ | 27½ |
| | 117 „ | 27 |
| 9,5 | 118 „ | 27½ |
| 9,3 | 119 „ | 29½ |
| | 120 „ | 27½ |
| | 121 „ | 26½ |
| 9,3 | 122 „ | 28 |
| 9,0 | 123 „ | 29 |
| | 124 „ | 27½ |
| | 125 „ | 26½ |
| | 126 „ | 26 |
| | 127 „ | 25½ |
| | 128 „ | 25½ |
| | 129 „ | 24½ |
| | 130 „ | 24½ |
| 8,6 | 131 „ | 29 |
| | 132 „ | 25 |
| | 133 „ | 24½ |
| | 134 „ | 24 |
| | 135 „ | 24 |
| | 136 „ | 23½ |
| | 137 „ | 23½ |
| 8,4 | 138 „ | 28 |
| | 139 „ | 23½ |
| | 140 „ | 23½ |
| | 141 „ | 23½ |
| | 143 „ | 24 |
| | 144 „ | 24 |
| | 145 „ | 24 |
| | 146 „ | 23 |
| | 146½ „ | 22½ |
| | 147 „ | 22 |
| | 148 „ | 22 |
| 8,5 | 149 „ | 23 |
| | 150 „ | 20½ |
| | 151 „ | 20½ |
| 8,5 | 152 „ | 21½ |
| 8,4 | 153 Min. | 22 |
| | 153½ „ | 21 |
| | 154 „ | 20½ |
| | 155 „ | 20 |
| 8,3 | 156 „ | 22½ |
| 8,3 | 157 „ | 22 |
| | 158 „ | 19 |
| | 159 „ | 18½ |
| | 160 „ | 18½ |
| | 161 „ | 19 |

Rana tempor., sehr matt und, wie es scheint, dem Tode nahe. Medulla oblong. blossgelegt. Hirnlappen zerstört. Dräthe an die Vaguswurzeln.

9 Uhr.

| | | |
|---|---|---|
| | 31 Min. | 40 |
| | 31½ „ | 39 |
| | 32 „ | 38 |
| | 33 „ | 37 |
| | 34 „ | 37 |
| | 35 „ | 36 |
| | 36 „ | 35 |
| | 37 „ | 35 |
| | 38 „ | 35 |
| | 39 „ | 35 |
| 8,5 | 40 „ | 35 |
| 8,5 | 41 „ | 35 |
| 8,5 | 42 „ | 35 |
| | 43 „ | 31 |
| | 44 „ | 31 |
| | 45 „ | 31 |
| 7,9 | 46 „ | 29 |
| | 47 „ | 29 |
| | 48 „ | 29 |
| | 49 „ | 28 |
| | 50 „ | 27½ |
| | 51 „ | 27½ |
| | 51½ „ | 27½ |
| | 53 „ | 28 |
| | 54 „ | 28 |
| | 55 „ | 28 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 56 Min. | 27 |
| | 57 „ | 26 |
| | 58 „ | 25 |
| | 59 „ | 24 |
| | 60 „ | 24 |
| | 61 „ | 23½ |
| 7,2 | 62 „ | 27 |
| | 63 „ | 24 |
| | 64 „ | 23 |
| | 65 „ | 23 |
| | 66 „ | 23 |
| 7,0 | 67 „ | 27 |
| | 68 „ | 22½ |
| | 69 „ | 22½ |
| | 70 „ | 22 |
| | 71 „ | 22 |
| | 72 „ | 22 |
| | 73 „ | 22 |
| 6,7 | 74 „ | 25 |
| | 75 „ | 21½ |
| | 76 „ | 21 |
| | 77 „ | 21 |
| | 78 „ | 21 |
| | 79 „ | 21 |
| 6,3 | 80 „ | 24 |
| 6,3 | 80½ „ | 24 |
| 6,3 | 81 „ | 24 |
| | 82 „ | 20½ |
| | 83 „ | 20 |
| | 84 „ | 20 |
| | 85 „ | 20 |
| | 86 „ | 20 |
| 6,0 | 87 „ | 23 |
| | 88 „ | 20 |
| | 89 „ | 19½ |
| | 90 „ | 20 |
| | 91 „ | 20 |
| | 92 „ | 19 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| Eine sehr kräftige Rana temporaria. Hirn und Rückenmark zerstört. Verl. Mark erhalten. Dräthe an dessen Seitenflächen. Das Thier athmet fort. | | |
| | 10 Uhr. | |
| | 24 Min. | 48 |
| | 25 „ | 48 |
| | 26 „ | 48 |
| | 27 „ | 47 |
| | 28 „ | 47 |
| | 29 „ | 47 |
| | 30 „ | 47 |
| | 31 „ | 47 |
| | 31½ „ | 47 |
| | 32 „ | 47 |
| | 33 „ | 46 |
| | 34 „ | 46 |
| | 35 „ | 46 |
| 11,7 | 36 „ | 50 |
| | 37 „ | 44 |
| | 38 „ | 44 |
| | 38½ „ | 44 |
| | 39 „ | 43 |
| | 40 „ | 42 |
| | 41 „ | 42 |
| | 42 „ | 41 |
| | 43 „ | 41 |
| 11,6 | 44 „ | 41 |
| 11,0 | 45 „ | 45 |
| | 46 „ | 41 |
| | 47 „ | 41 |
| 11,0 | 48 „ | 44 |
| | 49 „ | 40 |
| | 50 „ | 40 |
| 10,6 | 51½ „ | 45 |
| | 53 „ | 39 |
| | 54 „ | 39 |
| | 55 „ | 39 |
| 10,6 | 56 „ | 45 |
| | 57 „ | 39 |
| | 58 „ | 39 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 59 Min. | 38 | | 95 Min. | 33 |
| | 60 „ | 38 | | 96 „ | 33 |
| | 61 „ | 38 | | 97 „ | 32½ |
| 10,5 | 62 „ | 42 | 9,6 | 98 „ | 40 |
| | 63 „ | 38 | | 99 „ | 33 |
| | 64 „ | 37 | | 100 „ | 33 |
| 10,5 | 65 „ | 37 | | 101 „ | 33 |
| 10,1 | 66 „ | 41 | | 101½ „ | 33 |
| | 67 „ | 36½ | 9,6 | 102 „ | 39 |
| | 68 „ | 36 | | 103 „ | 33 |
| | 69 „ | 36 | | 104 „ | 33 |
| 10,1 | 70 „ | 40 | 9,6 | 105 „ | 39 |
| | 71½ „ | 36 | | 106 „ | 33 |
| | 72 „ | 36 | | 107 „ | 33 |
| | 73 „ | 36 | | 108 „ | 32 |
| 10,0 | 74 „ | 42 | | 109 „ | 32 |
| 10,0 | 74½ „ | 42 | 9,5 | 110 „ | 39 |
| | 76 „ | 36½ | | 111 „ | 31½ |
| | 77 „ | 36 | | 112 „ | 31 |
| | 78 „ | 36 | | 113 „ | 31 |
| | 78½ „ | 36 | 9,5 | 114 „ | 37 |
| 9,8 | 79 „ | 44 | | 115 „ | 30 |
| | 80 „ | 37½ | | 116 „ | 30 |
| | 80½ „ | 36 | | 117 „ | 30 |
| | 81 „ | 36 | 9,2 | 118 „ | 38 |
| | 82 „ | 36 | | 119 „ | 31 |
| | 83 „ | 36 | | 120 „ | 31 |
| | 83½ „ | 36 | | 121 „ | 30 |
| 9,8 | 84 „ | 43 | 9,2 | 122 „ | 34 |
| 9,8 | 84½ „ | 43 | 9,2 | 123 „ | 38 |
| | 85½ „ | 36 | | 124 „ | 30 |
| | 86 „ | 36 | | 25 „ | 30 |
| | 87 „ | 35 | | 126 „ | 30 |
| | 88 „ | 35 | | 127 „ | 29 |
| | 89 „ | 34 | 9,2 | 128 „ | 29½ |
| 9,8 | 90 „ | 40 | 9,0 | 129 „ | 29 |
| | 91 „ | 35 | 8,8 | 130 „ | 29 |
| | 92 „ | 34 | 8,5 | 131 „ | 37 |
| | 92½ „ | 34 | | 132 „ | 29 |
| 9,6 | 93 „ | 41 | | 133 „ | 29 |
| 9,6 | 93½ „ | 41½ | | 134 „ | 29 |
| | 94½ „ | 34½ | 8,5 | 135 „ | 29 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| 8,0 | 135½ Mn. | 29 |
| 7,5 | 136 „ | 29 |
| 7,0 | 137 „ | 32 |
| | 138 „ | 25 |
| | 139 „ | 25 |
| | 140 „ | 25 |
| | 141 „ | 25 |
| 6,8 | 142 „ | 25 |
| 6,5 | 142½ „ | 25 |
| 6,0 | 143 „ | 27 |
| | 144 „ | 25 |
| | 145 „ | 25 |
| | 146 „ | 25 |
| | 147 „ | 24 |

Rana oxyrrhina mit glühender Scheere geköpft, um Blutverlust zu vermeiden. Der Schnitt geht durch die 4 Hügel. Das Thier ist kräftig. Dräthe an die Seite des verlängerten Markes.

| | 12 Uhr. | |
|---|---|---|
| | 4 Min. | 29 |
| | 5 „ | 28 |
| | 6 „ | 28 |
| | 7 „ | 27 |
| | 7½ „ | 27 |
| | 8 „ | 27 |
| | 9 „ | 26½ |
| | 10 „ | 26½ |
| | 11 „ | 26½ |
| 12,4 | 12 „ | 28 |
| | 13 „ | 26½ |
| | 14 „ | 25½ |
| 12,4 | 15 „ | 29 |
| 12,4 | 15½ „ | 28½ |
| | 16 „ | 26 |
| | 17 „ | 25½ |
| | 18 „ | 25 |
| | 19 „ | 25½ |
| 12,1 | 20 „ | 29½ |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 21 Min. | 25½ |
| | 29 „ | 25½ |
| | 30 „ | 25½ |
| | 31 „ | 25½ |
| | 32 „ | 25½ |
| | 33 „ | 25½ |
| 11,0 | 34 „ | 28 |
| 11,0 | 34½ „ | 28 |
| | 35½ „ | 25 |
| | 36 „ | 25 |
| | 37 „ | 25 |
| | 38 „ | 25 |
| 10,5 | 39 „ | 28 |
| | 40 „ | 25 |
| | 41 „ | 25 |
| | 42 „ | 25 |
| 10,3 | 43 „ | 28 |
| 10,3 | 43½ „ | 28 |
| | 44½ „ | 24 |
| | 45 „ | 24 |
| | 46 „ | 24 |
| 10,3 | 47 „ | 26 |
| | 48 „ | 24 |
| | 49 „ | 23 |
| | 50 „ | 22½ |
| | 51 „ | 22 |
| | 52 „ | 22 |
| 10,3 | 53 „ | 24 |
| 10,0 | 53½ „ | 23½ |
| | 54½ „ | 21 |
| | 55 „ | 21 |
| 10,0 | 56 „ | 21 |
| 9,5 | 56½ „ | 22 |
| 9,0 | 57 „ | 23 |
| | 58 „ | 20½ |
| | 59 „ | 20½ |
| | 60 „ | 20½ |
| | 61 „ | 20½ |
| 8,5 | 62 „ | 23 |
| | 64 „ | 20½ |
| | 65 „ | 20 |
| | 66 „ | 20 |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. | Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|---|---|---|
| Rana esculenta. Vagi in Schlingen. Bei der Präparation ziemlicher Blutverlust. Hirn u. verl. Mark bis zum Vagusursprung zerstört. | | | 9,0 | 64 Min. | 33 |
| | | | 9,0 | 65 „ | 33 |
| | | | | 66 „ | 30 |
| | | | | 67 „ | 30½ |
| | 12 Uhr. | | | 68 „ | 30 |
| | 30 Min. | 22 | | 69 „ | 33 |
| | 31 „ | 22 | 9,0 | 70 „ | 33 |
| | 33 „ | 24 | 9,0 | 71 „ | 30½ |
| | 34 „ | 25 | | 72 „ | 30 |
| | 35 „ | 25 | | 73 „ | 30 |
| | 36 „ | 25½ | | 74 „ | 32 |
| | 37 „ | 26 | 9,0 | 75 „ | 30 |
| | 38 „ | 26 | | 76 „ | 30½ |
| | 39 „ | 26 | | 77 „ | 30 |
| | 40 „ | 27 | | 78 „ | 33 |
| | 40½ „ | 28 | 8,8 | 79 „ | 30 |
| | 41 „ | 28 | | 80 „ | 30 |
| | 42 „ | 28 | | 81 „ | 33 |
| | 43 „ | 28 | 8,8 | 82 „ | 30½ |
| | 44 „ | 28 | | 83 „ | 30 |
| | 45 „ | 29 | | 84 „ | 33 |
| | 45½ „ | 29 | 8,8 | 85 „ | 30 |
| | 46 „ | 29 | | 85½ „ | 30 |
| | 46½ „ | 29 | | 86 „ | 33 |
| | 47 „ | 29 | 8,8 | 87 „ | 30½ |
| | 47½ „ | 29 | | 88 „ | 30½ |
| | 48 „ | 29 | | 89 „ | 30½ |
| | 48½ „ | 29 | | 90 „ | 35 |
| | 49 „ | 29 | 8,5 | 91 „ | 30 |
| 10,5 | 50 „ | 32 | | 92 „ | 30 |
| | 51 „ | 30 | | 93 „ | 30 |
| | 52 „ | 30 | | 94 „ | 32 |
| | 53 „ | 31 | 8,5 | 95 „ | 29 |
| | 54 „ | 31 | | 96 „ | 30 |
| 10,0 | 55 „ | 31 | | 97 „ | 30 |
| | 56 „ | 31 | | 98 „ | 32 |
| | 57 „ | 31 | 8,5 | 99 „ | 30 |
| 9,5 | 58 „ | 34½ | | 100 „ | 30 |
| 9,5 | 58½ „ | 34 | | 101 „ | 32 |
| | 59 „ | 30 | 8,4 | 102 „ | 30 |
| | 60 „ | 30 | | 103 „ | 30 |
| | 61 „ | 30 | | 104 „ | 30 |
| 9,5 | 62 „ | 30 | | 105 „ | 32½ |
| | 63 „ | 30 | 8,4 | | |

| Abstand beider Rollen. | Zeit. | Pulse in 30 Secunden. |
|---|---|---|
| | 106 Min. | 30 |
| | 107 „ | 30 |
| 8,4 | 108 „ | 34½ |
| | 109 „ | 30 |

Rana temporaria. Kräftiges Thier. Pole an den beiden Vaguswurzeln.

| | 12 Uhr. | Plse in 60 Sc. |
|---|---|---|
| | 1 Min. | 65 |
| | 2 „ | 65 |
| | 3 „ | 65½ |
| | 4 „ | 65½ |
| | 5 „ | 65½ |
| | 6 „ | 65½ |
| | 7 „ | 65½ |
| | 8 „ | 65½ |
| | 9 „ | 65½ |
| | 10 „ | 65½ |
| | 11 „ | 65½ |
| | 12 „ | 65½ |
| | 13 „ | 65½ |
| | 14 „ | 65½ |
| | 16 „ | 65½ |
| 10,0 | 17 „ | 65½ |
| 9,3 | 18 „ | 69 |
| | 19 „ | 65½ |
| | 20 „ | 65½ |
| | 21 „ | 65½ |
| | 22 „ | 65½ |
| 9,3 | 23 „ | 69½ |
| 8,7 | 24 „ | 69 |
| 8,4 | 25 „ | 60 |
| | 27 „ | 65 |
| | 28 „ | 65½ |
| | 29 „ | 65½ |
| 8,7 | 30 „ | 70 |
| | 31 „ | 65½ |
| 8,5 | 32 „ | 70 |
| 8,4 | 33 „ | 71 |
| 8,3 | 34 „ | 61½ |
| | 36 „ | 61½ |
| | 37 „ | 66½ |
| | 45 „ | 70 |
| | 46 „ | 70 |
| 8,5 | 47 Min. | 70 |
| | 48 „ | 70 |
| | 49 „ | 80 |
| | 50 „ | 69 |
| | 51 „ | 70 |
| | 52 „ | 70 |
| | 53 „ | 71 |
| | 54 „ | 71 |
| | 55 „ | 71 |
| | 56 „ | 71 |
| | 57 „ | 71 |
| | 59 „ | 71 |
| | 61 „ | 71 |
| | 63 „ | 71 |
| | 65 „ | 71 |
| | 66 „ | 71 |
| 8,4 | 67 „ | 81 |
| 8,0 | 68 „ | 86 |
| | 69 „ | 73 |
| | 70 „ | 71 |
| | 71 „ | 71½ |
| 8,0 | 72 „ | 91 |
| | 73 „ | 71½ |
| | 74 „ | 71 |
| | 75 „ | 71 |
| | 76 „ | 71 |
| 8,0 | 77 „ | 83 |
| 7,5 | 78 „ | 74 |
| | 79 „ | 67 |
| | 80 „ | 66 |
| | 81 „ | 66 |
| 7,7 | 82 „ | 70½ |
| | 83 „ | 63 |
| | 84 „ | 63 |
| | 85 „ | 63 |
| | 100 „ | 56 |
| | 101 „ | 56 |
| | 102 „ | 56 |
| | 103 „ | 56 |
| 7,8 | 104 „ | 62 |
| | 106 „ | 52 |
| | 107 „ | 52 |
| 7,8 | 108 „ | 59 |

Schon im Januar 1851 habe ich in Frorieps Tagesberichten einen ähnlichen Versuch mittelst des Schlittenapparats veröffentlicht, der aber durch einen Druckfehler entstellt ist. Die Zählung um 10 Uhr 30 Minuten war nämlich, was nicht angegeben ist, bei galvanischer Reizung mit 9,8 Entfernung vorgenommen.

Die Verdächtigung, dass in meinen Versuchen der galvanische Strom das Herz selbst erreicht und so Vermehrung der Pulse erzeugt habe, wird besser als durch Angabe vieler Vorsichtsmassregeln einerseits dadurch widerlegt, dass, wie wir in obigen Zahlenreihen sehen, der Strom nur bei ganz *bestimmtem* Grad der Schwächung einen rascheren Herzschlag erzeugt, während unipolare Wirkungen und Stromschleifen durch stärkere Ströme *mehr* begünstigt werden, dass aber die erforderliche Schwächung mit der Dauer der Zeit nach dem Tode auf so ganz regelmässige Weise abnehmen muss, wenn noch Wirkung erzielt werden soll. Längst habe ich auch schon darauf aufmerksam gemacht, dass auch schwache chemische und mechanische Reizung der Vagi und des verl. Markes bei Fröschen und Säugethieren den Herzschlag vermehren können.

Pflüger versichert, dass er auch bei Säugethieren meine Angaben geprüft und nicht bestätigt gefunden habe. Wahrscheinlich ist er dabei nicht zweckmässiger als bei Fröschen zu Werke gegangen. Er bediente sich bei diesen Versuchen der Explorationsnadel, die er in's Herz lebender Thiere einsenkte und welche er die Middeldorpf'sche Nadel nennt. Es ist zu bemerken, dass Middeldorpf seine Versuche erst etwa im Jahre 1853 anstellte, wogegen ich schon 1849 in meinem ersten Herzaufsatz eine Versuchsreihe bekannt machte, die während des Lebens nach *derselben* Methode ausgeführt ist. (Vergl. Tübing. Arch. VIII, pag. 174.)

In Betreff des Splanchnicus habe ich nicht so viele Versuche gemacht wie über den Vagus, aber es ist bekannt, dass jetzt seit Brachet und Müller eine grosse Anzahl von Experimentatoren durch Reizung dieses Nerven Vermehrung der Darmbewegung entstehen sahen. Diese Versuche waren in der Regel nach dem Tode des Thieres angestellt, wo dieselben leichter gelingen, weil mit der Abnahme der Erregbarkeit des Nerven stärkere Ströme, die im

Leben schon erschöpfend (vulgo „hemmend") einwirken, als eigentliche Reize auftreten, ganz wie wir dies beim Vagus gesehen haben. Die Abnahme der Erregbarkeit dieser Nerven erfolgt so schnell, dass in der Regel der Pflüger'sche Versuch der sogen. Hemmung der peristaltischen Bewegung nur während des *Lebens* gelingt, dass sogar bei tiefem Aether- oder Chloroformrausche nur bedeutende Stromeskräfte in dieser Hinsicht mit Erfolg angewendet werden können. Doch habe ich durch starke Ströme auch noch manchmal bald nach dem Tode die von Pflüger angegebene Wirkung erzielt. Zwei Male ist es mir gleich nach dem Tode vorgekommen, dass während vor der Reizung der ganze Dünndarm eines Kaninchens sich mässig stark bewegte, die Galvanisirung der Nerv. splanchnici einzelne Darmschlingen noch zur Ruhe brachte, während gleichzeitig in mehreren anderen die Bewegung sich verstärkte [1]). Während des Lebens habe ich bei Katzen mehrfach gesehen, dass der ruhige Darm durch sehr schwache galvanische Reizung der splanchnici oder deren Wurzel in Bewegung gerieth. Leichter bewirkt man dies durch chemische oder mechanische Reizung der Wurzeln des Ganglion coeliacum. Hat man mittelst schwacher Inductionsströme auf den Splanchnicus Bewegung hervorgerufen, so setzt sich diese noch kurze Zeit fort, wenn man die Reizung unterbricht, sie steht aber sogleich still, wenn man den Reiz gehörig verstärkt. Es ist übrigens bei diesen Versuchen zu beachten, dass die Erregbarkeit der spinalen Darmnerven (Splanchnici) eine periodische ist. Die Erregung der Darmnerven gelingt daher oft gar nicht und in den glücklichen Fällen nur für bestimmte Stellen des Darmrohres, deren Nerven sich gerade im erregbaren Stadium befinden. Die Enthirnung, welche ich vor dem Versuche anwende, stört den normalen Erfolg nicht im geringsten, wenn das verl. Mark nicht mitgelitten hat, ich experimentirte daher fast stets an enthirnten Thieren. Ist hingegen die Circulation gestört, so tritt bekanntlich spontane Bewegung ein, welche die Schärfe des Versuches beeinträchtigt. Diese vorläufigen Angaben werden genügen, um manche anscheinen-

[1]) Und hier waren die nöthigen Cautelen gegen unipolare Zuckungen nicht versäumt.

den Widersprüche in den Angaben verschiedener Experimentatoren zu versöhnen.

Die angebliche Hemmungswirkung der Splanchnici erlangt man bekanntlich auch wenn man den Dorsaltheil des Rückenmarkes galvanisirt, aus welchem die Wurzeln des Ganglion coeliacum entspringen. Wäre hier ein wirklicher bewegungshemmender Apparat vorhanden, so müsste, wie auch Pflüger fordert, die Durchschneidung der Splanchnici oder die Zerstörung des angegebenen Rückenmarktheiles eine Vermehrung der Darmbewegung zur Folge haben. Diese wurde bis jetzt mehrfach nach der erstgenannten Operation vermisst, da aber hier die Thiere dem Versuche sehr bald erlagen, so vermuthete man, dass eine *zeitweilig* eintretende lebhaftere Peristaltik der Beobachtung entgangen sein konnte. Ich habe nun Ratten mehrere Wochen lang nach Zerstörung der spinalen Wurzeln der Splanchnici lebend und kräftig erhalten, ohne irgend ein Anzeichen einer lebhafteren Darmbewegung wahrzunehmen. Hierüber gelegentlich mehr. An dieser Stelle genüge es darauf hingewiesen zu haben, dass auch hier der von Pflüger für die Hemmungsnerven geforderte *Antagonismus* fehlte.

In Betreff des andern Versuches, den Pflüger als „unrichtig gedeutet“ bezeichnet, herrscht bei meinem Kritiker ein eigenes Missverständniss, da wir weder in Bezug auf die Thatsachen, noch wie ich zeigen werde, in Bezug auf die *unmittelbare* Deutung derselben von einander abweichen.

„Nachdem ich schon früher den Nachweis geliefert, dass während der Diastole des Herzens die Nerven desselben nicht oder kaum erregbar sind, nachdem ich für die Darmnerven während der vollkommenen Ruhe einer Darmschlinge dasselbe Verhalten gefunden, stellte ich die Ansicht auf, dass die Nerven dieser Organe im hohen Grade erschöpfbar seien, dass diese *Erschöpfbarkeit* nicht nur die Ursache der rhythmischen Thätigkeit bilde, sondern dass sie auch bei den Nerven der genannten Organe während einer relativ kräftigen Reizung die Erscheinungen der sogenannten Hemmung bedinge. Alle bekannten hierher gehörigen Thatsachen liessen sich nach dieser Auffassung sehr gut erklären. Es musste aber auch der Nachweis geführt werden,

dass die Bewegungsnerven der übrigen freien Skelettmuskeln, wenn man sie bis zu demselben Grade erschöpft hatte, den ich bei dem Herzvagus als normal voraussetzte, ebenfalls durch stärkere Reize ganz in der Weise der Hemmungsnerven verändert, d. h. während der Dauer eines stärkeren Reizes im ganzen peripherischen Verlauf in dem Grade ermüdet würden, dass ein schwächerer Reiz, wie wir ihn als im Herzen beständig vorhanden voraussetzen müssen, seine erregende Wirkung verlöre, um sie, analog wie beim Herzen, nach Aufhören oder nach allzulanger Anwendung des stärkeren (hemmenden) Reizes wieder zu erlangen.

Als Vorbereitung zu diesem Versuche hatte ich die Erscheinungen der Erschöpfung motorischer Nerven näher zu studiren. Die Resultate dieser Studien, die Unterschiede zwischen der bisher fast allein berücksichtigten Erschöpfung durch den Reiz und die Erschöpfung durch die Thätigkeit, die Verbreitung des Einflusses der letzteren durch die ganze peripherische Strecke des Nerven, habe ich daher auch in meiner Physiologie (pag. 183) gleichsam als Einleitung zur Besprechung des gleich zu erwähnenden Versuches mitgetheilt, wie ich schon früher (1847) in meinem im 8. Bande des Tübinger Archivs erschienenen Aufsatz über die Herznerven in demselben Sinne auf sie aufmerksam gemacht hatte.

Mit der Wahrnehmung, dass bei dem vorletzten Grade der Erschöpfbarkeit des Schenkelnerven auch die von ihm versorgten Muskeln nicht mehr wie gewöhnlich dauernde Reizung durch eine *anhaltende*, sondern durch eine unterbrochene *rhythmische* Zusammenziehung ihrer Muskelbündel beantworten, mit dem Nachweise, dass in diesem Stadium eine noch intensivere Einwirkung des Reizes auf eine bestimmte Stelle eine temporäre Unthätigkeit des Muskels und eine Unempfänglichkeit des Nerven bedingt, welche sich nicht bloss auf den gereizten Punkt, sondern in geringerem Grade auf den *ganzen peripherischen Theil des Nerven* erstreckt, hatte ich den wesentlichen Theil meiner Aufgabe erfüllt. Ich wollte zeigen, dass es nur die anderweitig schon hervorgetretene grosse Erschöpfbarkeit der motorischen Herznerven ist, welche bei mässig starker dauernder Reizung ihre Peripherie gegen die *normale* daselbst vorhandene Erre-

gung unempfänglich macht, und ihnen, durch den auf diese Weise erfolgenden Stillstand der Pulsationen, den *Schein* von Hemmungsnerven verleiht. Ich erreichte meinen Zweck, indem ich den Schenkelnerven ebenfalls unter die geforderten Bedingungen der Erschöpfbarkeit versetzte und dann zeigte, dass verhältnissmässig *verstärkte* Reize nicht nur selbst jetzt keine Bewegung bedingen, sondern auch während ihrer Dauer den Einfluss *peripherischer* Bewegungsantriebe schwächen oder aufheben.

Während der Gedankengang, welcher diesen Versuchen zu Grunde lag, sich schon in meiner ersten Abhandlung dargelegt findet, konnten die Experimente selbst zuerst nur ziemlich roh ausgeführt werden, da mir nur unzureichende Instrumente zur Verstärkung und Abschwächung der reizenden und erschöpfenden Ströme zu Gebote standen. In den letzten Jahren aber gelang es mir, die Form der im Wesentlichen schon früher mitgetheilten Versuche zu verbessern und auf diese Weise die frappante Uebereinstimmung in der Wirkung starker Reize auf die von Natur sehr erschöpfbaren Herznerven und auf die künstlich zu demselben Erschöpfungsgrade herabgestimmten Nerven der Fussmuskeln immer deutlicher hervortreten zu lassen.

So gestaltete sich der pag. 188 meiner Physiologie mitgetheilte, von Pflüger weitläufig besprochene Versuch, in welchem ich zeigte, wie bei einem bestimmten Grad der Erschöpfbarkeit auch der Ischiadicus von einem gewöhnlichen Inductionsstrome augenblicklich erschöpft und so zum „Hemmungsnerven“ für den beständig angeregten Musc. gastrocnemius wird.

An den Lendenplexus des frei präparirten Ischiadicus eines Frosches werden zwei isolirte Drähte befestigt, die ihm den starken, unterbrochenen, gleichgerichteten oder abwechselnden Strom eines Elektromotors so lange zuleiten, bis der Nerv den erforderlichen Grad der Erschöpfung erlangt hat, d. h. bis beim jedesmaligen Eintritt des Stromes nur eine schwache Zuckung der Muskeln erfolgt, die darauf ruhig bleiben, so lange auch der unterbrochene Strom den Plexus ischiadicus durchkreist. Die Muskeln müssen während dieser Zeit ganz schlaff daliegen.

Nun werden in der Nähe des Musc. gastrocnemius zwei andere

Drähte an den Nerven gebracht, die ihm den Strom einer einfachen Kette zuführen, welche durch ein Uhrwerk in regelmässigen Pausen geöffnet und geschlossen wird. Ist die Reizung am Plexus ischiadicus unterbrochen, so bringt das Spiel der unteren Kette den Musc. gastrocnemius zu regelmässigen periodischen Zuckungen, er ahmt darin die Pulsationen des Herzens nach. Sobald man aber die obere Kette des Elektromotors schliesst, so erfolgt nach dem ersten Erzittern des Fusses eine vollkommene Ruhe des Gastrocnemius, seine Pulsationen sind trotz des abwechselnden Spieles der untern reizenden Kette anhaltend gehemmt, aber sie beginnen wieder, sobald man die obere Elektromotorkette öffnet. Man kann dies sehr oft wiederholen und stets wirkt die Reizung des Schenkelplexus „hemmend", also ähnlich wie der Vagus bei gleicher Reizung auf die Bewegung des Herzens. Der Reiz der im Herzen normal die Bewegung anregt, wird hier durch die beständig fortdauernden periodischen Schliessungen des schwächern untern Elementes mittelst des Uhrwerkes ersetzt.

Auch mehrere Einzelnheiten, welche die Hemmung der Herzthätigkeit vom Vagus aus darbietet, finden sich hier bei der künstlich bewirkten Hemmung des Gastrocnemius von *seinem* Bewegungsnerven aus wieder, wie dies ausführlicher in meiner Nervenphysiologie erörtert ist.

Dass der hier beschriebene Erfolg nur als eine Wirkung der Erschöpfung betrachtet werden kann, ist an und für sich klar. Dass ich die ganze Erscheinungsreihe als eine nothwendige und constante Folge der Erschöpfung ansah, erhellt aus dem ganzen Zusammenhang, erhellt aus der Identificirung mit der Hemmungswirkung, die ich nur als Folge erschöpfender Reizung auf sehr erschöpfbare Bewegungsnerven erklärte, erhellt aus den Worten mit denen ich den Versuch zum ersten Male einführte und aus vielen Stellen meiner Physiologie.

Hiermit war aber nur ein allgemeines Verhältniss functioneller Art bezeichnet. Es blieb immer noch die Frage, welche Veränderungen in den chemischen oder physikalischen Eigenschaften des Nerven sind es, welche bei diesem Grad der Erschöpfung durch Thätigkeit, in welchem der motorische Nerv „hemmend" auftreten

kann, seine Unempfindlichkeit gegen Reize bewirken. Früher hatte ich die Erschöpfung durch Thätigkeit bezeichnet, als hervorgerufen durch den Stoffverbrauch im Nerven, der eine längere Ruhe nöthig mache, aber es ist klar, dass hiermit noch nichts Positives gewonnen ist, so lange wir nicht wissen, *welche* Stoffe hier eigentlich eines Wiederersatzes bedürfen.

Die Analogie mehrerer Thätigkeitsäusserungen des erschöpften Nerven mit denjenigen eines Nerven der von einem *starken* constanten Strome anhaltend durchflossen ist, lenkte meine Aufmerksamkeit auf die Frage, ob nicht die gesuchte physikalische Veränderung, welche die Erschöpfung begleitet, theilweise auch in den jetzt am meisten zugänglichen elektrischen Eigenschaften des Nerven zu suchen sei.

Die Untersuchung zeigte mir, dass in der That im Nerven, der durch Erschöpfung bis zur Hemmungswirkung herabgekommen ist, während der elektrischen Reizung durch abwechselnde Ströme der Elektrotonus bei unmerklicher negativer Schwankung *frei* hervortrat, wie dies auch schon theoretisch nach Du Bois Angaben zu erwarten war. Sind nun die Wirkungen des constanten Stromes „vermuthlich" (wie ich mich in meiner Schrift ausdrückte) durch den Elektrotonus bedingt, so wird letzterer auch hier, wo er frei hervortritt, nicht ohne Einfluss auf den Erfolg der einwirkenden Reizungen bleiben *können*.

Unter der Voraussetzung (die mit Unrecht von Pflüger bestritten wird), dass auch ein *sehr starker* constanter Strom auf der Seite des negativen Poles die Wirkung schwacher Reize aufheben oder schwächen könne, erläuterte ich nun, dass „*möglicherweise* der „Elektrotonus der Schlüssel zum Erfolg der Versuchsreihen liegen „*dürfte*." Ich fügte aber hinzu, dass, wo mechanische Reizung erschöpfend wirkt (also kein Elektrotonus zu erwarten ist), vielleicht andere Unregelmässigkeiten des Nervenstromes, die bereits Du Bois beobachtet hat, als elektrophysiologischer „*Ausdruck*" der „hemmenden" Wirkung auftreten könnten.

Man sieht, dass diese letzten nur sehr zweifelnd und hypothetisch hingestellten Bemerkungen auf das *Wesen* meiner Erklärung, der

sogen. „Hemmungswirkung“ und auf die Bedeutung, die ich dem hieraus hervorgegangenen Versuche am Ischiadicus beilegte, von keinem oder sehr untergeordnetem Einfluss sind. Am wenigsten aber darf behauptet werden, dass ich durch die Anerkennung der zuletzt ausgesprochenen Möglichkeit eines elektrophysiologischen Ausdruckes der letzten Stufe der Erschöpfbarkeit, die Erschöpfung selbst als Ursache derselben *ausgeschlossen* hätte, da in diesem Falle meine letzte Versuchsreihe alle Bedeutung eingebüsst, allen Zusammenhang mit dem Früheren verloren und sich in Widerspruch mit meinem ganzen oben entwickelten Gedankengang gesetzt hätte.

Pflüger bestätigt nun in seiner angeführten Arbeit die Thatsachen, wie ich sie gesehen. Er giebt auch an, wovon ich mich schon vor 1½ Jahren mehrfach überzeugt habe, dass gleichgerichtete Inductionsströme, gleichviel ob auf- oder absteigende, ebenfalls vom Ischiadicus aus die Bewegungen des Gastrocnemius hemmen können, und fügt hinzu, was mir bis jetzt wegen der grossen Stärke der Ströme, die ich in den meisten Fällen anwendete, entgangen war, dass aufsteigende Schläge die hemmende Wirkung früher und leichter entwickeln als absteigende.

Aber fast unglaublich erscheint es, dass Pflüger behaupten konnte, ich suche die *ganze* Deutung und die specielle Erklärung meines Versuches in dem Einflusse des Elektrotonus. Er aber müsse diese Deutung verwerfen und eine andere an deren Stelle setzen. Diese andere aber ist — dass die *Erschöpfung* des Nerven durch den starken Strom die ganze Erscheinung auf sehr einfache Weise bedinge. Offenbar, sagt er, habe ich vergessen, dass ich einige Seiten vorher behauptete, die Erregbarkeit werde durch die Reizung nicht nur local an der vom Strom betroffenen Stelle, sondern auch in dem gesammten Nerven herabgesetzt, was Pflüger selbst ebenfalls bestätigt.

Aber wenn ich das wirklich vergessen hätte, wo liegt dann der ganze Sinn meines Versuches? Zu welchem Zwecke hätte ich denselben angestellt?

Pflüger schliesst seine hierauf bezügliche Erörterung mit folgenden unterstrichenen Worten:

„Schiff's Versuch ist also der: dass ein Nerv, welcher auf „starke Inductionsschläge keine Reactionen mehr zeigt, dies auch auf „schwache Reize nicht mehr thut, doch können diese wieder wirksam „werden, wenn man dem Nerven Zeit lässt zur Erholung."

So sehr trivial ist die Sache denn doch nicht. Wenn ich nur dieses hätte beweisen wollen, so hätte ich allerdings am besten gethan, was auch Pflüger mir zu empfehlen keinen Anstand nimmt, den schwächern Reiz zwischen die beiden Elektroden der starken unterbrochenen Kette einzuschalten. Dann wäre allerdings, wie Pflüger bemerkt, diese Deutung klar daraus hervorgegangen. Vorläufig aber musste ich den ingeniösen Rath meines Kritikers unbenutzt lassen, da ich im Gegentheil zeigen wollte, dass eine peripherischer gelegene Nervenstrecke, welche auf starke Reize *noch reagirt*, selbst wenn diese noch lange nicht die Kraft des erschöpfenden Stromes erreichen, dies auf sehr schwache *so lange nicht mehr thut, als der hemmende Strom den obern Theil des Ischiadicus durchkreist.* Aber noch eine Reihe anderer Analogien zwischen dem durch starke Ströme gereizten Ischiadicus und der in den gewöhnlichen Versuchen beobachteten Wirkungsweise des Vagus aufs Herz sind wie bemerkt aus meinem Versuche hervorgegangen. Hier will ich nur auf einige derselben aufmerksam machen.

Weber fand schon, dass wenn man die elektromagnetische Reizung des Vagus zu lange fortsetzt, das Herz wieder zu schlagen beginnt, und er glaubt, dass dies von der anfangenden Erschöpfung des „hemmenden" Nerven herrühre. Ich habe schon vor Jahren gezeigt, dass diese Deutung nicht richtig ist, dass vielmehr der Wiederbeginn der Pulsationen daher rühre, dass der peripherische Theil des Vagus aus dem Stadium der Erschöpfung *heraustrete* und seine Functionen wieder beginne, weil der zwischen den Polen liegende Theil des Nerven jetzt so weit verändert ist, dass er als unwirksamer Leiter die Kette schliesst, und keine Erschöpfung mehr nach der Peripherie verbreiten kann. Ganz analog beginnen in meinem Ischiadicusversuch die Zuckungen des Gastrocnemius wieder, wenn man den oberen „hemmenden" unterbrochenen Strom zu lange einwirken lässt. Für den Ischiadicus ist aber, wie Pflüger selbst zugiebt, die

eigentliche Erschöpfung dadurch bezeichnet, dass der Muskel während der Wirksamkeit des oberen Stromes *ruht* und auch durch die Schwankungen eines schwächeren mehr peripherischen Stromes nicht in Bewegung gesetzt wird. Wäre nun wirklich, wie mein Gegner mit vielen Schriftstellern annimmt, der Vagus ein specifisch „hemmender" Nerv, so müsste seine Erschöpfung gerade das Gegentheil von derjenigen des Ischiadicus bewirken. Die Pulsationen müssten sehr beschleunigt wieder anfangen und dürften durch schwächere mehr peripherische Reizung des Nervenstammes im Anfang nicht mehr zu hemmen sein. Dieser mehr peripherische Reiz müsste aber hemmen, *sobald* man den stärkeren oberen unterbricht, die Hemmung müsste wieder aufhören, wenn die obere Reizung wieder beginnt. Aber gerade das *Gegentheil* tritt ein. Sobald bei fortdauernder starker Reizung einer Vagusstrecke das Herz wieder schlägt, verhält sich der peripherische Theil des Vagus zum gereizten, ganz wie die analogen Theile des Ischiadicus, wenn die Erschöpfung des Nerven schon *vorüber* und das obere gereizte Stück momentan *destruirt* ist. Dies habe ich schon vor Jahren durch Verschiebung des unteren Poles gezeigt, und selbst Hoffa hat es bestätigen müssen. Wenn aber beim Vagus, wie immer beim Ischiadicus, der Desorganisation des erregten Stückes eine Erschöpfung des Nerven *vorhergeht*, so fällt sie nothwendig in die Periode, in welcher das Herz noch *stillsteht*. Dies ist genau was meine Anschauung fordert, nach welcher der Vagus kein specifisch hemmender, sondern ein bewegender Herznerv ist. Es wäre aber ein grosser Widerspruch anzunehmen, dass die Ruhe des Herzens, welche meine Gegner als das Produkt der höchsten Thätigkeit des Herzvagus betrachten, sich auch noch unverändert durch die ganze Periode der Erschöpfung des letzteren fortsetzen sollte.

Diejenigen unter den Modephysiologen, welche in der Energie der Vagusfasern allein das Agens erkennen, welches dem im Herzen enthaltenen Bewegungsantrieb entgegen, die zeitweilige Diastole bewirkt, müssten sogar einen Grad der Erschöpfung des Vagus aufweisen können, welchen eine permanente Systole begleitet. Aber schon lange habe ich, einer zur Zeit als sehr ingeniös ange-

staunten Deutung gegenüber, ganz im Einklang mit meinen übrigen Ansichten über die Physiologie der Herznerven, nachgewiesen, dass es eine solche tetanische Zusammenziehung des Herzens nicht giebt. Es zeugt nur von der erstaunlichen Inconsequenz mancher Schriftsteller, wenn heute dieser Satz endlich von einer Seite wiederholt wird, welche die Deduction desselben und seinen Zusammenhang mit meinen übrigen Ansichten noch nicht anerkennt.

Sehr auffallend ist unter Andern folgende Beobachtung: Hat man dem Ischiadicus mittelst eines starken Stromes den erforderlichen Grad der Erschöpfung ertheilt und den Hemmungsversuch mehrmals so ausgeführt, dass man in den Zwischenzeiten die Grösse der Zukkungen des Gastrocnemius durch eine in denselben eingestochene Nadel registrirt, so schwäche man den hemmenden Inductionsstrom immer mehr ab. Er wird sehr bald die Pulsationen des Muskels nicht mehr vollständig hemmen, sondern nur verringern, bis endlich bei einem gewissen Grad der Schwächung des Inductionsstromes derselbe nicht mehr hemmend, sondern im Gegentheil *verstärkend* auf die Muskelzuckungen wirkt. Wird die untere Kette nur jede Secunde ein Mal durch das Uhrwerk geschlossen, so sieht man in der Zwischenzeit, in welcher der Inductionsstrom fortwirkt, den Muskel ganz ruhig verharren. Dies dient zum Beweise, dass der obere Strom an und für sich gar keine Muskelzuckung bewirkt, dass er aber schwach genug ist, im erschöpften Nerven noch einen Reizzustand hervorzurufen, der nur dadurch hervortritt, dass er sich zu dem periodisch eintretenden Reize von der untern einfachen Kette summirt. Ich bemerke, dass ich bei dem Versuche jedesmal, wenn ich um den Inductionsstrom zu schwächen, die beiden Spiralen auseinander rückte, den Hammer des Instrumentes anhielt. Diese Verstärkung der Pulsationen des Gastrocnemius findet ihr Analogon in der Vermehrung des Herzschlags, der nur durch sehr schwache und nicht mehr durch stärkere auf den Vagus wirkende Inductionsströme hervorgebracht wird. Würde im Versuche am Ischiadicus der peripherische Reiz nicht *plötzlich* und in einem bestimmten Momente, sondern wie beim Herzen ganz *allmälig* wirksam werden, so würden wir hier ebenfalls eine Vermehrung der Pulsationen des

Gastrocnemius beobachten müssen, denn es würde jedesmal eine Pulsation erfolgen, sobald die beiden hier auf den Nerven wirkenden Reize sich gemeinschaftlich zu der Grösse summirt haben, welche im normalen Zustande der peripherische Reiz allein erreichen muss, um wirksam zu werden. Diese Pause wäre also verkürzt, mithin die Zahl der Zuckungen vermehrt.

Ich habe hier hypothetisch einen latenten Reiz durch die obere Kette angenommen, richtiger hätte ich wahrscheinlich von einer Vermehrung der Reizbarkeit sprechen sollen. Für das hier hervorgehobene Resultat bedingt dies aber keinen Unterschied.

Hat man den Herzschlag vom Vagus aus gehemmt, so zeigt es sich oft, dass unmittelbar nach Unterbrechung der Tetanisirung des Nerven das Herz nicht, wie früher allgemein angegeben wurde, nur *allmälig* zu seiner früheren Kraft und Frequenz zurückkehrt, sondern dass der Herzschlag zuerst etwas frequenter und viel kräftiger als vor dem Versuche erscheint. Ich hatte dies bereits in meinen ersten Versuchen nach Erregung eines Vagus bei einem Hund und mehreren Kaninchen gesehen und im 8. Bande des Tübinger Archivs pag. 183 mitgetheilt. Später haben Ludwig und Bidder dieselbe Nachwirkung der Vagusreizung beobachtet. Ganz analog sah ich an der zeichnenden Nadel, dass die ersten Pulsationen des Gastrocnemius, welche nach einer Hemmung folgen, auffallend kräftiger und energischer sind, als die Pulsationen vor der Hemmung. Diese Beobachtung hat nun bei Pflüger so grosse Bedenklichkeit erregt, dass er sich so weit verleiten lässt zu behaupten, ich hätte diese Angabe nur gemacht (also gleichsam *erfunden*) um die Analogie meines Ischiadicusversuches mit den „ächten" Hemmungserscheinungen zu vervollständigen. Pflüger geht in seinem Eifer für die Hemmungsnerven sicher viel zu weit, wenn er bis zu dieser Art von Polemik sich hinreissen lässt. Die von mir beobachtete Verstärkung ist eine Thatsache, die ich zum Ueberfluss sogar durch die von der Nadel gezeichneten Curven belegen kann, und wenn einmal ein *solcher* Beweis, wenn einmal eine *Curve* nichts mehr gilt, was ist dann den deutschen Physiologen noch heilig? Ich würde darum meine Curven mit diesem Aufsatz schon veröffentlicht haben, wenn

sie nicht durch die starke Reibung, welche die starre Nadel auf dem Glase bedingt, in manchen andern Einzelnheiten gelitten hätten. Ich will deshalb erst neue mit einem weicheren Zeicheninstrumente anfertigen lassen und zwar mit — einem *Haare aus dem Schwanz eines Esels.* Denn dieses ist, wie ich meinen Collegen schon jetzt nicht vorenthalten will, zu physiologischen Curven wie geschaffen, wenn auch die *Pinsel,* deren man sich früher in manchen berühmten Laboratorien zu diesem Zwecke bediente, ebenfalls ihre besonderen Vorzüge haben mögen, nur dass sie etwas gar zu beugsam sind und durch ihre Knixe öfters die wahren Formen verhüllen. Doch dies nur gelegentlich, und mit Vorbehalt weiterer Mittheilungen hierüber kehre ich zu Pflüger zurück, welcher der zuletzt besprochenen Thatsache besonders deshalb so gram ist, weil sie sich, wie er glaubt, der von ihm adoptirten „einfachsten Weise der Erklärung" meines Ischiadicusversuchs nicht zu fügen scheint. Aber Thatsachen lassen sich nun einmal nicht wegdisputiren. Umsonst will Pflüger seine Leser glauben machen, sie ständen mit meinen eigenen früheren Resultaten in Widerspruch, umsonst sogar strengt er sich an, einige neue Experimente dagegen zu erfinden, die ich freilich bereits in meiner ersten Herzarbeit pag. 180 fast in derselben Form angestellt, alles das führt ihn zu nichts als zu der Behauptung, unmittelbar nach der Unterbrechung eines erschöpften Reizes sei die Erregbarkeit des peripherischen Nervenstückes noch *verringert,* sie erhebe sich aber äusserst rasch wieder. Dies ist eben was ich in meiner Physiologie bereits unter dem Namen der „gleichartigen Nachwirkung" des erschöpfenden Reizes beschrieben. Und damit muss sich denn Pflüger begnügen, um seinen kategorischen Schluss zu stützen: „Aus alledem „folgt also doch jedenfalls, dass Schiff's Behauptung unrichtig sein „muss, welche vorgiebt, dass die Reizung des erschöpften Nerven, den „so eben die gewaltigen Inductionsschläge ruhig liessen, wirksamer „sei, als die des nicht erschöpften. Die Pulsationen, welche nach „Unterbrechung des Inductionsstromes wieder beginnen, sind also „schwächer als vorher, während die durch die ächten Hemmungs„nerven zur Ruhe gebrachten, nachher kräftiger erscheinen" (Pflüger l. c. pag. 27 und 28).

Aber gerade dies Letztere ist, wie man weiss, durchaus keine ausnahmlose Regel, auch die Reizung der „ächten Hemmungsnerven" hat sehr oft eine beträchtlich lange gleichartige Nachwirkung, auf die zunächst sehr geschwächte Pulsationen folgen, welche ganz allmälig zunehmen. Warum habe ich mich nicht an *diese* Fälle gehalten, die mir doch erspart hätten, eine Verstärkung der Zuckungen des Gastrocnemius nach der Erschöpfung zu *erfinden* (?) Warum gebe ich vielmehr Seite 190 an, dass mir das Analogon *dieser* Fälle bis jetzt beim Gastrocnemius fehlt? Dies hätte Pflüger wohl überlegen sollen, dann wäre er vielleicht auf die rechte Spur gekommen und hätte sich die Nöthigung erspart, mir durch seinen Ausdruck „wirksamer" einen mir fremden Doppelsinn unterzuschieben, der ihm dann Gelegenheit zu einer nichts weniger als treffenden Kritik giebt. Ich habe nämlich, wie man sich pag. 189 meiner Physiologie leicht überzeugen kann, gar nicht behauptet, der *Nerv* sei nach der Erschöpfung *reizbarer*, sondern unter den von mir eingehaltenen Bedingungen (d. h. wenn ein Secundenpendel die reizende Kette schliesst) seien die zuerst wieder erscheinenden Contractionen des *Muskels* verstärkt, und deutete darauf hin, dass dies wahrscheinlich seinen Grund im Muskel selbst und zwar in seiner Kräftigung durch die vorhergehende längere Ruhe habe. Vom Nerven wird dabei *höchstens* verlangt, dass er wieder nahezu normal erregbar sei, und dies wird er doch oft, wie Pflüger selbst zugiebt, in *äusserst* kurzer Zeit, in einer Secunde. Wäre mein Gegner in Berlin nicht durch seinen patriotischen Eifer für die Hemmung der Bewegung, für die specifisch beruhigenden Nerven, ganz verblendet gewesen, so hätte er einsehen müssen, dass die von mir eruirte Thatsache gar nicht in Widerspruch mit den Gesetzen der Erschöpfung der Nerven steht; und dass ich sie noch weniger *erfinden* konnte, um durch diesen vermeintlichen Widerspruch die Annahme einer Erschöpfung bei der Hemmung *auszuschliessen* (!) und so für eine andere Hypothese Raum zu gewinnen; dass demnach hier sein ganzes Lamento umsonst, sein experimenteller Scharfsinn verloren war.

Wenn aber Pflüger auf den so eben erschöpften Nerven einen erregenden Reiz applicirt hätte, der nicht schon, wie in dem von

ihm beschriebenen Versuch, an und für sich den Schenkel tetanisirt, d. h. bis zum Maximum seiner Muskelwirkung gebracht hätte, so würde er im Momente der Erholung nach der Erschöpfung wohl beachtet haben, dass die Muskelcontractionen *energischer* ausfallen als vor der Erschöpfung. Dass hier aber bis zum Moment der Erholung Uebergangsstadien vorkommen, habe ich pag. 190 meiner Nervenphysiologie schon angedeutet, diese konnten aber bei einer Reizung in Secundenintervallen kaum zur Beobachtung kommen.

Sind aber auch alle Thatsachen mit meiner Annahme einer Erschöpfung als Ursache der Hemmungswirkung in vollkommensten Einklang, so sind wir dadurch der Nöthigung nicht überhoben, nach den materiellen Veränderungen im Nerven selbst zu fragen, mit denen die Eigenthümlichkeiten der sogen. Erschöpfung zusammenhängen. In diesem Sinne habe ich, wie bereits oben erwähnt, gleichsam frageweise darauf aufmerksam gemacht, dass wenigstens für die durch elektrische Ströme erschöpften Nerven das Vorherrschen des Elektrotonus *möglicherweise* etwas erklären *dürfte*. Bei dieser Andeutung glaube ich aber auch jetzt noch ganz unverändert beharren zu müssen, obschon Pflüger dreierlei dagegen einzuwenden hat.

Zuerst behauptet er in seinen zahlreichen Versuchen niemals beobachtet zu haben, dass auf der Seite des negativen Poles die Erregbarkeit herabgesetzt gewesen sei. Es ist wahr, Pflüger hat viel gesehen und in seinem Werke über den Elektrotonus sehr fleissige Untersuchungen mitgetheilt, aber sein Ausspruch zeigt, dass er auch manche einfache Thatsache *über*sehen hat. Ich kann, auch *nach* dem Erscheinen des Pflüger'schen Buches, von den in meiner Nervenphysiologie enthaltenen Angaben über die Wirkung elektrischer Erregung keineswegs abgehen. Meine Versuche über die normalen Zuckungsgesetze sind seitdem in Berlin selbst bestätigt worden, und was den Einfluss constanter Ströme betrifft, muss ich nach späteren eigenen Untersuchungen meine frühern Resultate nur noch um so bestimmter formuliren. Sehr starke absteigende Ströme verhindern die Wirkungen sehr schwacher Stromesschwankungen in der nächsten Nachbarschaft des negativen Poles. Hier hat eben Eckhard Recht, quand même! Es giebt hier sogar eine Zwischenstufe, von der ich

in meiner Schrift noch nicht gesprochen. In der Uebergangsstärke zwischen förderndem und hemmendem constantem absteigendem Strom sieht man nämlich auch, dass wenn der *reizende* schwache, absteigende Strom vorher Oeffnungs- und Schliessungszuckung erzeugte, bei geschlossener oberer Kette nur die Oeffnungszuckung der unteren Kette wegfällt und die Schliessungszuckung noch erhalten, ja, wie mir *schien*, verstärkt sein kann [1]).

Pflüger macht ferner darauf aufmerksam, dass ich genöthigt gewesen sei, für mechanische und chemische hemmende Reize nicht den Elektrotonus, sondern andere „Unregelmässigkeiten des Nervenstroms" als Begleiter der Erschöpfung in Anspruch zu nehmen, wie sie von Du Bois nach heftigen Misshandlungen der Nerven beobachtet sind. „Schiff," sagt er, „bedenkt also nicht, dass die Qualität des „Reizes für die Qualität des Erfolges ganz gleichgültig ist, nicht „allein wenn der Reiz den Nerven in seinen Lebenseigenschaften „alterirt, sondern wenn er ihn sogar zerstört (l. c. pag. 23)." Allerdings habe ich auch diesen Punkt bedacht, bin aber in Betreff desselben gerade zu der entgegengesetzten subjectiven Ueberzeugung geführt worden. Auf logische Betrachtungen und Analogieen mit dem Erfolg subjectiv wahrnehmbarer Reizungen gestützt, wage ich zu vermuthen, dass auch hier, wie überall, verschiedenen Bedingungen verschiedene Resultate entsprechen, dass die primären Veränderungen, welche verschiedenartige Reize im Nerven selbst bewirkten, nicht ganz identisch sein können, wenn auch die secundär dadurch hervorgerufene Veränderung in der Wirkung des Nerven nach *aussen* kaum oder nicht die Spur dieser Verschiedenheit trägt. Wie so ergreifen starke Reize dieselben sensibeln Nerven bald angenehm, bald unangenehm, woher überhaupt die Verschiedenheit der Gefühle, wenn der Qualität des Reizes für die Qualität des Erfolges gleichgültig ist? Man wende mir nicht ein, jene Verschiedenheit sei eine Funktion der *Centraltheile*, und nicht des Nerven, denn damit die

[1]) Constante Ströme können, wie ich bemerkt, selbst dann noch auf die angegegebene Weise die Erregbarkeit eines mehr peripherischen Nervenstückes verändern, wenn die von ihnen direct durchflossene Strecke schon aufgehört hat, Zuckungen beim Schliessen und Oeffnen des constanten oberen Stromes zu geben.

Centra anders functioniren, müssen sie anders angeregt sein, und dies setzt eine Verschiedenheit in der Veränderung der Nerven *voraus*. Wird man ein analoges Verhältniss für den motorischen Nerven läugnen wollen, weil der Enderfolg, wie er einseitig hervortritt, unserm Auge diese Verschiedenheit nicht verräth? Um so mehr sind wir genöthigt, sie in der *innern* Veränderung des Nerven zu suchen, und glücklich, wenn durch einen Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe es der Elektrophysiologie gelingt, aus ihrer immer noch mehr abstract physikalischen Haltung näher an die eigentliche Physiologie heranzutreten.

Endlich glaubt Pflüger andeuten zu müssen, dass ich mir eine Inconsequenz erlaube, hier die Veränderungen im Nervenstrom in Anspruch zu nehmen, nachdem ich vorher „die Behauptung aufge„stellt, der Nervenstrom habe mit der Function nichts zu schaffen, sondern rühre von den *Hüllen* des Nerven her.“

Wer sieht ihm nicht das spöttische Nasenrümpfen bei dieser Bemerkung an? Ja ich bin es, bin der Ketzer, der diese Behauptung auszusprechen wagte, und der auch ohne bessere Gründe nicht von ihr lassen wird, wenn Ihr auch alle Eure feurigen Streitschriften zu einem grossen Holzstoss zusammentragt, um mich darauf in effigie zu verbrennen! Ich weiss es, eine solche und manche andere Behauptung giebt mich der Verdammung aller „bessern“ Physiologen preis, nie wird ein rothes Band mein noch rötheres Herz bedecken, nie wird mich je der Titel eines Hofraths oder Geheimraths zieren, also *rathlos* werdet Ihr meinen Namen aussprechen, oder lieber verschweigen wie den des Bösen, wenn Ihr ihn nicht in einer frommen Busspredigt zur Abschreckung der Gläubigen von bösen Verirrungen manchmal hervorsucht. Aber Ihr seit nicht vorsichtig genug! Gar manche meiner Ketzereien hat sich in fremdem Gewande und unter fremder Firma schon den Weg in die deutschen Gauen und sogar in die „klassischen“ Lehrbücher der „Priester der Wissenschaft“ gebahnt, und so dürfte es auch einst der eben berührten Lehre gelingen. Hütet Euch vor den *Sinnen*, sie sind die Pforten der Verführung, durch sie umstricke ich diejenigen, die sich mir nahen.

Es ist wahr, der Nervenstrom und eine Art der Umkehr desselben

sind mir nur Produkte der Hüllengebilde, aber ich habe stets anerkannt, dass das, was Du Bois „Bewegungserscheinungen des Nervenstroms“ nennt, mit der Function im Zusammenhang stehende Ströme eigener Art sind. Ich darf also auch eine Verbindung ihrer Abweichungen mit den Verschiedenheiten der Functionirung vermuthen.

Aus dem Vorhergehenden erhellt aber, dass wenn auch ein solcher hypothetisch hingestellter Zusammenhang nicht bestände, selbst wenn es hier gar keinen Elektrotonus gebe, die eigentliche Deutung meines Hemmungsversuches und seine Begründung in der Erschöpfung der Nerven unangefochten dastehen würde. Ja, im Vertrauen will ich dem Leser noch mittheilen, dass ich selbst gar nicht in dem Maasse an den Einfluss des Elektrotonus bei der galvanischen Uebereizung glauben mag, wie sich dieser Einfluss als *möglich* und in allen Analogieen begründet, *so sehr aufdrängt*, dass ich mich allerdings verpflichtet fühlte, auf denselben aufmerksam zu machen. Subjective Antipathien dürfen uns nie von einer objectiven allseitigen Betrachtung des Gegenstandes abhalten; im Grunde aber wollte ich, Pflüger hätte in *dieser* Beziehung recht.

Es gebe aber, meint Pflüger, schliesslich noch einen Versuch, mit dessen Hülfe ich meine Ansicht hätte prüfen können, nämlich die Vagi durch den Einfluss des constanten Stromes zu deprimiren, ihre motorische Kraft zu vernichten. Dann sollte nach meiner Ansicht das Herz stille stehen. Dies ist aber nicht der Fall, das Herz schlägt weiter, wie stark auch der aufsteigende Strom genommen wird; also können die Vagi, meint mein Kritiker, nicht die motorischen Nerven des Herzens sein. Bei der grossen Kürze der Fasern würde ich nicht einwenden wollen, dass sich der Electrotonus nicht merklich bis in die intramuskulären Zweige des Nerven fortpflanze. — Also das ist die Sache! Aber konnte sich denn Pflüger nicht denken, dass ich wohl meine guten Gründe haben müsse, einen solchen Handschuh nicht aufzuheben, denselben, den mir schon seit einer Reihe von Jahren die ganze jeunesse dorée der physiologischen Reaction einer nach dem andern hingeworfen, um den sie sich zum Theil gegenseitig zankten, den sie sich wechselsweise aus den Händchen rissen, dass es eine Lust war mit anzusehen, weil ihn jeder mir zuerst

vor die Füsse schleudern wollte. Wenn ich trotz dieser schlagenden Gründe auf meiner Ansicht beharrte, so mussten sie mir doch nicht so *ganz* genügend scheinen, so hätte dies wenigstens bei Pflüger einigen *Zweifel* erregen dürfen, ob der angeführte Versuch wirklich ein solches Experimentum crucis sei, wie er anzunehmen scheint. Es ist eine alte Geschichte, die Lymphherzen empfangen unläugbar einen Bewegungsnerven aus dem Rückenmark, und wenn man diesen Nerven freipräparirt und einem starken constanten aufsteigenden Strome aussetzt, so stehen die Lymphherzen während der ganzen Dauer des Stromes angeblich in diastole still, macht man aber dasselbe Eperiment am Vagus, so steht das Herz nicht still. Bei der grossen Analogie der Lymph- und Blutherzenbewegung kann, so schliesst man, der angeführte Unterschied nur darin liegen, dass man bei dem einen den Bewegungsnerven getroffen hat, bei den andern *nicht;* denn wenn sich die Wirkung des Stromes in dem einen Falle lähmend bis in die Nervenenden verbreitet, warum sollte sie es im andern Falle nicht thun?

Untersuchen wir aber die Sache etwas näher, so wird sich gerade aus der ingeniös gewählten Vergleichung mit dem Lymphherzen zeigen, dass der Elektrotonus sich nicht weit genug auf die Endverzweigungen dieser Nerven verbreitet, um ihre Thätigkeit wirklich zu hemmen, und dass der ganze so schön ersonnene Versuch – *eben gar nichts bedeutet* [1]).

Die Anregung, welche auf die Nerven der Lymphherzen wirkt, stammt zum grössten Theil nicht aus der Peripherie, sondern aus dem Rückenmark; beim Blutherzen ist aber bekanntlich das Umgekehrte der Fall. Daher müssen nach der Durchschneidung der motorischen Nervenstämme die Lymphherzen eine Zeitlang stillstehen, um erst später wieder in eine oft sehr geschwächte Bewegung zu gerathen, während das Blutherz in diesem Falle ungestört weiter schlägt. Gesetzt, ein starker constanter Strom treffe plötzlich die

[1]) Auf die folgenden Versuche bezieht sich übrigens die letzte Bemerkung auf Seite 92 meiner Physiologie, aus der Pflüger schon meine Ansicht hätte entnehmen können.

Lymphherzennerven, so würden, selbst wenn sich seine lähmende Wirkung auch nur um ein Minimum weiter, und *gar nicht* in die Substanz der Lymphherzen hinein verbreitete, letztere vorläufig wegen einer vorübergehenden Unterbrechung der Continuität ihrer Nervenleitung, gleichwohl stillestehen müssen. Also ist durch die bisher vorliegenden Versuche *nicht* bewiesen, dass der constante Strom sich bis zu den Endästen der Lymphherzennerven als Elektrotonus geltend mache. Aber damit habe ich noch nichts gewonnen, denn aus anderen Gründen ist eine solche Ausbreitung der Wirkung des anhaltenden Stromes doch wahrscheinlich, wenn nicht der positive Beweis gelingt, dass die lähmende Wirkung sich eben hier *nicht bis in die Endäste fortpflanzt.*

Um hierüber Versuche zu machen, muss man, wie ich diess bereits vor mehreren Jahren in Frankfurt gethan, zuerst den einen Einfluss eliminiren, der, wie wir gesehen, beim Eintritt eines auch ausschliesslich *local* lähmenden constanten Stromes *allein* hinreicht, den Schlag der Lymphherzen zu unterbrechen. Man muss an Lymphherzen experimentiren, bei denen die plötzliche Aufhebung der Nervenverbindung mit dem Rückenmark keinen Stillstand mehr bewirkt. Dazu gelangt man einfach, wenn man aus einer Zahl sehr erregbarer Frösche, denen man einige Tage vorher den hinteren Theil des Rückenmarks zerstört hat, diejenigen auswählt, deren Lymphherzen deutlich und kräftig pulsiren. Diesen lege man den hintersten Spinalnerven blos, und um den fortdauernden Einfluss seines Stammes auf das Lymphherz zu constatiren, reize man ihn zuerst bei einigen mit mässigen unterbrochenen Strömen, wobei sich das Caudalbläschen tetanisch zusammenzieht. Wenn ich aber jetzt auch sehr starke constante Ströme auf den Nerven einwirken liess, *stets klopfte das Bläschen ganz unverändert, manchmal, wie es schien, sogar etwas lebhafter weiter.* Dasselbe fand sich in meinen Versuchen mit schwächeren aufsteigenden constanten Strömen. Ich hoffe, dass man diesen Versuch nach *dieser* Methode (der einzig brauchbaren) wiederholen und dieselben Resultate erlangen wird. Oder klopfen etwa, wie es nach manchen Aeusserungen scheint, die Lymphherzen in Norddeutschland nach Zerstörung des Rücken-

marks nicht mehr weiter, seitdem ein Machtspruch Volkmann's einst ihnen Ruhe geboten? Wenn dies der Fall ist, lade ich meine Collegen freundlich ein, hierher zu kommen, wo sie sich gewiss von der Richtigkeit meiner Angabe überzeugen werden. Bis *hierher* reicht bekanntlich Volkmann's Zauber nicht.

Da aber der hier getroffene Nerv unzweifelhaft der Bewegungsnerv des Lymphherzens ist, so schliesse ich hieraus, dass die lähmende Wirkung constanter Ströme bei manchen Nerven, die im Endnerven sehr vielfache Theilungen eingehen, gar nicht die Nervenenden zu erreichen vermögen, so kurz auch die freie „apopolare" Strecke ist, und bei der von meinen Gegnern selbst hervorgehobenen grossen Analogie zwischen Lymph- und Blutherzen ist es wohl erlaubt, was für die erstere erwiesen ist, für das letztere wenigstens als möglich oder sehr *wahrscheinlich* anzunehmen und den Versuchen mit dem constanten Strom in der angeregten Beziehung daher jede Bedeutung abzusprechen. — Das Herz *darf* weiter schlagen!

Was nun Pflüger ferner noch gegen mein Bedenken vorzubringen weiss, dass das Herz, wenn der Vagus nur Hemmungsnerv wäre, doch jeder motorischen Nervenverbindung mit den Centren ermangele, wird schon zum Theil durch unsere bisherigen Erörterungen widerlegt. Pflüger flüchtet hier zu der veralteten ganz ultraganglionnären Ansicht, dass das Herz wirklich sein einziges Bewegungscentrum in den in seiner Substanz angehäuften Ganglien trage. Ich habe bei anderer Gelegenheit schon gezeigt, dass diese rein hypothetische Annahme ganz unhaltbar ist. Dass aber durch Erregung des Hirns die Herzschläge zunehmen können, erklärt Pflüger durch eine Abnahme der Thätigkeit des regulirenden Hemmungsnerven. Dass diese Angabe unrichtig ist, erhellt aus den oben angeführten Versuchen, nach welchen sogar eine völlige Zerstörung der sogenannten „Hemmungsnerven," der Accessorii, keine Vermehrung des Herzschlags herbeiführt. Im Gegentheil habe ich gesehen, dass nach vollkommener Extraction der Accessorii die Vermehrung des Herzschlags fehlt, welche sonst viele Affecte begleitet. Wenn in dieser Beziehung einige Versuche von Türk ein anderes Resultat gegeben zu haben scheinen, so kommt dies vermuthlich daher, dass nach der von Türk

angewendeten Methode nur ein Theil des Accessorius getrennt wurde, die für das Herz bestimmten Wurzeln aber verschont blieben. Türk giebt nicht an, nach welcher Methode er zu den Nervenwurzeln gelangte. (Vergl. Zeitschr. der Wiener Aerzte, 1851.)

Neuerdings ist mir auch eine Arbeit v. Bezold's (aus Virchow's Archiv) über den Herzschlag zu Gesicht gekommen, welche im Eingange geradezu verspricht, solche Ansichten, wie ich sie in meiner Physiologie über die Wirkung des Vagus auf das Herz aufgestellt, künftighin unmöglich zu machen. So sehr auch die Versuche dieses strebsamen Mannes unsere Anerkennung verdienen, so wenig war es mir möglich, irgend eine Beziehung zwischen den letzteren und meinen Ergebnissen über die Hemmungsnerven zu erkennen. Dass v. Bezold mich in den Herzganglien (!) die Centralorgane der Pulsationen suchen lässt, ist für seinen jetzigen Standpunkt sehr bezeichnend. Man sieht, er hat noch eine *zu gute* Meinung von der Welt und den Menschen. Dass v. Bezold übrigens gelegentlich den Ansichten seiner Schule das Wort redet, wird ihm gewiss Niemand übel nehmen. Es würde mich ausserordentlich freuen, wenn er es für der Mühe werth halten sollte, meiner Einsicht zu Hülfe zu kommen und mir zu zeigen, auf welche Weise seine Versuche mich eigentlich widerlegt haben, und er darf versichert sein, dass ich dann, wenn er dies wirklich gethan, keinen Augenblick anstehen werde, meine Ansichten formell und ausdrücklich zu widerrufen. Magis amica veritas.

Das Vorhergehende aber dürfte zu dem Beweise mehr, denn genügen, dass Pflüger's Vertheidigung der Existenz specifischer Hemmungsnerven in jeder Beziehung unzureichend und werthlos ist, und dass sie meine Lehre nicht zu erschüttern vermag, welche für dieselben Apparate des Thierkörpers auch eine stets gleiche Wirkungsweise in Anspruch nimmt.

## XII.

## Der erste Hirnnerv ist der Geruchsnerv.

Von J. M. Schiff.

Bei der Ausarbeitung des letzten Abschnittes meiner Nervenphysiologie wurde im vorigen Jahre meine Aufmerksamkeit wieder auf die Unsicherheit unserer Kenntnisse in Betreff der Functionen des ersten Hirnnervenpaares gelenkt. Bereits die ältesten Anatomen, die keinen besonderen Nerven für den Geruchssinn annehmen, läugneten die nervöse Natur des schon in seinem äusseren Ansehen von den meisten übrigen Nerven abweichenden N. olfactorius. In der späteren Zeit stützte man sich fast allgemein auf seine immer mehr erkannte Ausbreitung in der Riechschleimhaut, um aus ihm einen dem Opticus und Auditorius analogen Sinnesnerv zu machen, dass aber selbst für den damaligen beschränkten Gesichtskreis diese Analogie keinen bindenden Beweis abgeben konnte, bewies die Opposition von Diemerbroek und von Merg.

Diese Unsicherheit nahm nooh zu, als Magendie die Frage aus dem Gebiet der anatomischen in das der eigentlich physiologischen Forschung zog. „Die Eigenschaften und der Nutzen der Ge„ruchsnerven," schloss Magendie zuletzt, „sind mir unbekannt. „Diese Nerven stehen für mich in derselben Kategorie, wie die „Glandula pituitaria, pinealis, das Corpus callosum, das Septum luci„dum, der Fornix und seine Pfeiler und so viele andere Theile des

„Gehirns, deren Eigenschaften uns völlig entgehen.“ (Vorles., übersetzt von Krupp, Leipzig 1841, pag. 395.)

Magendie's Versuche, aus welchen ihm hervorzugehen schien, dass Hunde nach Trennung der Geruchsnerven noch ein ungestörtes Riechvermögen besitzen, sind nicht vorwurfsfrei. Sehr oft hat er die Wirkung chemisch reizender Stoffe auf die sensibelen Nerven der Nase mit eigentlichen Geruchsempfindungen verwechselt, aber mit Unrecht wird es häufig so dargestellt, als ob dies immer der Fall gewesen sei. Er hat noch Proben anderer Art vorgeführt, welche diesem Einwurf nicht erliegen, die aber dennoch, wenn sie nicht durch häufige Bestätigung und Wiederholung an verschiedenen Thieren bewährt sind, manche Zweifel übrig lassen können, die wir hier nicht weiter auszuführen haben. Der Versuch, der in den Vorlesungen über Nervenphysiologie beschrieben ist, würde, wenn er anders vorsichtig gemacht wurde, bestimmt für die Anwesenheit des Geruchssinnes bei dem operirten Hunde sprechen; wer aber die Schwierigkeit einer genauen Untersuchung der Schädelportion des Olfactorius kennt, wird in der beigefügten Randbemerkung des Herausgebers, dass man nach dem mehrere Tage später erfolgten Tode die Geruchsnerven vollkommen zerstört gefunden habe, keinen Ersatz für einen genaueren Sectionsbericht sehen. Es ist nicht einmal angegeben, dass Magendie selbst die Section gemacht habe.

Bernard, der Magendie's Versuchen zum Theil beiwohnte, neigt sich noch in neuester Zeit zu der Ansicht hin, dass nicht der Olfactorius, sondern der Quintus der eigentliche Geruchsnerv sei; er gesteht indess zu, dass die Schwierigkeit der Versuche und besonders des operativen Eingriffes eine ganz bestimmte Entscheidung vorläufig noch nicht gestatten. (Leçons sur le syst. nerveux, Paris 1858, II, pag. 226.) Er erzählt, dass er gemeinschaftlich mit Magendie bei einer Frau nach dem Tode völlige Abwesenheit der Geruchsnerven beobachtet habe. Erkundigungen, welche man darauf bei den Angehörigen dieser Frau einzog, schienen zu beweisen, dass ihr Geruchsvermögen nicht gestört gewesen sei.

Auf ähnliche nach dem Tod eingezogene Erkundigungen glaubte man schon früher in einem von Bernard beobachteten Falle die

Ansicht von der Persistenz des Geruchs nach Zerstörung der Olfactorii bei einem Kranken stützen zu können. Bernard selbst erklärte später, er halte sich überzeugt, dass die auf diese Weise erhaltenen Angaben nicht falsch gewesen seien.

Ueberhaupt sind alle pathologischen Data in dieser Hinsicht so unbestimmt und schwankend, dass sie kaum zu einem Schlusse benutzt werden können. Es scheint indessen, dass Zerstörung des Tractus olfactorius öfter Mangel des Geruchssinnes zur Folge hatte, wie man sich durch eine Vergleichung der von Pressat und Longet gesammelten Fälle überzeugen kann.

Die bisherige experimentelle Methode konnte aber nur auf sehr unsicherem Wege zur Entscheidung der uns beschäftigenden Frage führen. Wenn man, wie es Magendie und Bernard versuchten, Hunden ein Stück der Schädelwand herausnimmt und dann durch das Gewebe des zerrissenen vorderen Hirnlappens hindurch bis zum Tractus olfactorius vordringt, den man mit einem Scalpellstiele zermalmt, so wird diese Verletzung, die Blutung und der seröse Erguss im Innern des engen Schädelraumes (bei Hunden enthält der Bulbus tractus olfactorii eine Höhlung, der mit Cerebrospinalflüssigkeit gefüllt ist) die Thiere auf längere Zeit, bis nach geschehener Vertheilung und Aufsaugung in einen apathischen Zustand versetzen, der selbst, wenn der Hund frisst und umherläuft, sein Wohlbefinden doch in dem Maasse beeinträchtigt, dass er beständig oder zeitweilig gegen die doch jedenfalls nicht sehr heftig angreifenden Eindrücke des Geruchssinnes gleichgültig wird. Negative Resultate, wie sie bei der Prüfung nach Durchschneidung des Olfactorius bisher auftraten, sind daher von keinem Gewichte. Wir können hier nicht, wie beim Schmerzgefühl, vom kranken, missgelaunten Thiere eine Berücksichtigung der Eindrücke *erzwingen*, wenn wir keine Substanzen zu Hülfe nehmen, die in der That *ätzend* wirken und den Trigeminus bethätigen.

Eine Wiederherstellung des Thieres bis zur völligen Rückkehr seiner normalen Thätigkeit abzuwarten, war aber bis jetzt nach Durchschneidung des Olfactorius fruchtlos. Die Thiere gingen alle früher oder später, meistens in den ersten Tagen, an den Folgen der Ver-

letzung zu Grunde, nachdem sie häufig vom Momente der Operation an alle Nahrung verweigert.

Hätte man aber auch unter den angeführten Umständen bei den bisherigen Versuchen stets *positive* Resultate erlangt, so wäre damit keineswegs die Entscheidung der Frage sicher gestellt.

Nur durch die Beobachtung zahlreicher Fälle von Anosmie wissen wir nämlich beim *Menschen*, welche Stoffe nur das *Sinnesorgan* des Geruches, welche auch die *Gefühlsnerven* der Nase afficiren; möglicherweise aber ist beim Hunde die Sensibilität der Nasenzweige des Trigeminus viel ausgebildeter, so dass eine Reihe von Stoffen, die *wir* nur durch den Geruch erkennen, dort schon chemisch ätzend einwirken. Weil Menschen, die des Geruchssinnes entbehren, den Eindruck faulenden Fleisches nicht wahrnehmen, dürfen wir mit Bestimmtheit dasselbe auch von einem geruchslosen Hunde erwarten? Könnte nicht bei letzterem die geringe Menge sich entwickelnden Ammoniakes gerade so wirken, wie beim anosmischen Menschen eine concentrirtere Ammoniakflüssigkeit? Darf man der Ausdünstung des Käses alle ätzende Wirkung absprechen, weil sie der Mensch nicht empfindet? Ehe es bewiesen ist, dass Mensch und Hund sich in Betreff der *nur* den Sinnesnerven und der den Gefühlsnerv erregenden Gegenstände gleich verhalten, kann es nicht als ein Zeugniss für die Gegenwart des Geruchssinnes gelten, wenn ein Thier irgend einen verborgenen „riechenden" Gegenstand, selbst bei *jeder* angestellten Probe entdeckt oder flieht.

Die Versuche sind also nach einem ganz anderen Plane anzustellen. Da uns, beim jetzigen Zustande unserer Kenntnisse, positive Resultate zu gar keinem Schlusse führen, so müssen wir durch genaue Beobachtung der operirten Thiere zu erkennen suchen, ob bestimmte Eindrücke, die sie im normalen Zustande afficiren, nach Durchschneidung des Olfactorius *nicht mehr* wirken. Um hieraus aber einen Schluss ziehen zu können, muss man eine Operationsmethode anwenden, welche von den oben erwähnten Uebelständen frei ist, die die Empfänglichkeit auf irgend eine Weise beeinträchtigen. Die Thiere müssen sich vor der Untersuchung vollkommen erholt haben, und ihr Zustand darf nicht den gering-

sten Zweifel übrig lassen, dass eine wirklich vorhandene Geruchserregung auch einen deutlichen Eindruck auf sie gemacht hätte. Dann wird nach der Operation der Mangel dieses Eindruckes um so bedeutungsvoller sein, als der durchschnittene Nerv sicher kein *sensibler* ist und die eigentliche Sensibilität der Nasenhöhle nicht im geringsten gelitten hat. Es versteht sich von selbst, dass die Beobachtung sich nicht auf die Fälle beschränken darf, in denen man dem Thiere, wie es Magendie that, bestimmte Substanzen vorhält oder eingewickelt vorwirft, da es hier Fehlerquellen genug giebt.

Biffi hat in dieser Beziehung den richtigen Weg eingeschlagen, indem er neugeborenen Hunden, bei denen Schädelwunden so leicht heilen, vom Stirnbein her die Olfactorii durchschnitt. Die Vernarbung erfolgte sehr bald und die Thiere genasen vollkommen, so dass sie, nachdem sich die Augen geöffnet hatten, munter umherliefen und frassen. Biffi bemerkte, dass die kleinen Hunde nach der Operation nicht mehr im Stande waren, die Zitzen der Mutter gehörig aufzufinden; sie krochen überall, mit der Schnauze suchend am Körper der Mutter umher, und meistens musste man ihnen zum Trinken die Zitzen der Mutter gewaltsam in den Mund stecken. Als sie grösser wurden, bissen sie in die ungeniessbarsten Dinge, welche sie auf dem Boden fanden, und verliessen sie erst, nachdem sie an denselben zu kauen versucht. Sie zeigten ferner keinen Abscheu vor Hundefleisch, welches sie im Fressen von anderm Fleisch nicht unterschieden.

Nähere Angaben von Biffi über das Benehmen der von ihm operirten Thiere besitzen wir nicht. Es kommt aber auch bei ganz gesunden Hunden in den ersten Monaten vor, dass dieselben das Fleisch ihrer eigenen Art nicht verschmähen, und ich habe in Paris einmal zwei junge etwa 10 Wochen alte Hündchen, denen die Armnerven einer Seite durchschnitten waren, über acht Tage lang nur mit Hundefleisch gefüttert, das allerdings von *alten* Hunden nie berührt wird.

Dass ferner junge Hunde mit allen Gegenständen spielen, die sie auf dem Boden finden, ist nicht sehr auffallend. Wie oft sieht

man sie Stücke Papier, Schuhe u. dgl. in's Maul nehmen und hin- und hertragen, Federn in Stücke zerreissen u. s. w. Von grossem Interesse ist es aber, dass die Thiere, so lange sie blind waren, die Zitzen der Mutter nicht mehr von selber fanden. Es ist kaum denkbar, dass dies von etwas anderem, als vom Verlust des Geruches herrühren könne, so dass diese Versuche ein grosses Gewicht gegen die Ansicht von Magendie und Bernard in die Wagschale legen.

Es musste indessen auch bei diesem Ergebniss noch zweifelhaft bleiben, ob die wahrscheinliche Zerstörung des Geruchssinnes die Folge war, die Verletzung eines centralen Hirntheiles, der unabhängig vom „ersten Hirnnerven" den Geruchssinn, etwa mittelst des Quintus, beherrschte, oder ob der sogenannte Olfactorius selbst dabei unmittelbar in Betracht kam. Letzteres dürfte um so weniger als ganz unbestritten angesehen werden, als noch in neuester Zeit zwei Dorpater Dissertationen dem Olfactorius geradezu alles Nervengewebe absprechen, und denselben im Chaos des Bindegewebes untergehen lassen, während man von einer anderen Seite her den Zusammenhang sogenannter Primitivfasern mit den Flimmerepithelien der Nasenschleimhaut aufgefunden haben will.

## Eigene Versuche.

Vor einer Reihe von Jahren glaubte ich die Frage nach der Thätigkeit des Olfactorius durch Versuche an Fröschen entscheiden zu können.

Ich hatte nämlich bemerkt, dass, wenn man im Herbste eine Anzahl von Rana temporaria in einem bedeckten Topfe oder in einem Sacke in ein Zimmer bringt und einige Individuen darin frei umherspringen lässt, sich dieselben den Tag über allenthalben verbergen, den andern Morgen aber findet man sie in der Regel auf dem Deckel des Topfes oder auf dem Sacke sitzen. Sie scheinen also, wie im Freien zu derselben Jahreszeit, des Abends ihre Gesellschaft wieder aufzusuchen. Verwundungen, z. B. der Schädeldecken, die ihrer Munterkeit keinen Eintrag thaten, hinderten sie daran nicht.

Nur der Geruch oder das Gehör konnte die entsprungenen Thiere leiten. Das Gesicht oder das Gefühl war es nicht, denn sie unterschieden einen leeren oder bloss mit Wasser gefüllten Topf von demjenigen, in welchem sich ihre Kameraden befanden. Ich durchschnitt nun einigen Fröschen den Olfactorius, und liess letztere und eine fast gleiche Zahl unverletzter in einem vorher wohl aufgewaschenen Zimmer umherspringen, in welchem sich ein Topf mit Fröschen befand. Alle sprangen den Rest des Nachmittages über munter im Zimmer umher, den anderen Morgen vor Tagesanbruch aber fand ich die unverletzten auf dem Topf, die operirten in verschiedenen Winkeln des Zimmers zerstreut. Diesen Versuch habe ich im October 1850 und 1851 mehrere Male stets an anderen Fröschen mit demselben Erfolge wiederholt. Zwei Male aber fand ich von den sieben und sechs operirten Fröschen zwei neben den vier unverletzten auf dem Topfe sitzen, obwohl der Olfactorius gehörig getrennt war. Es mochte dies nur Zufall sein, aber ich wurde misstrauisch gegen den Versuch und habe ihn seitdem nicht weiter verfolgt. Allerdings aber schien die *Durchschneidung* des Riechnerven dabei eine Rolle zu spielen; denn seine Blosslegung allein hinderte die Frösche nicht, sich zurecht zu finden; wenn ich ihn aber den andern Tag durchschnitten hatte, kamen sie nicht mehr auf den Behälter, obschon ihre Bewegungen bei der zweiten Operation nicht gelitten hatten. Es war aber die Frage, ob die Verletzung des Riechkolbens nicht etwa das *Gehör* schwächt. Dies konnte ich nicht entscheiden.

Wohl aufgewaschen muss das Zimmer vor diesem Versuche sein, damit sich kein Staub an die umherhüpfenden Frösche hängt, der sie bald durch Wasserentziehung erschöpft.

Seit vorigem Herbste habe ich nun eine Reihe von Beobachtungen an Hunden nach der von Biffi vorgeschlagenen Methode gemacht, welche zu ganz bestimmten Ergebnissen geführt haben. Ich konnte mir bis jetzt zwar nur fünf säugende Hunde mit ihrer Mutter verschaffen, von denen ich bei zweien den Tractus olfactorius durchschnitt, bei einem den Bulbus olfactorius, d. h. die Anschwellung am Ende des Tractus und bei einem Männchen endlich war es

mir gelungen, wie die vor wenigen Tagen vorgenommene Untersuchung zeigte, den Bulbus fast ganz zu schonen und nur sein vorderstes Ende abzulösen, da wo es die einzelnen Nervenzweige durch die Siebbeinlöcher schickt. Dem fünften wurden zum Vergleiche nur die vorderen Hirnlappen so weit durchschnitten, wie dies zur Erreichung des Tractus unvermeidlich ist; ich vermied aber, so weit gegen die Basis cranii zu gehen, dass ich den Nerven selbst hätte verletzen können. Auf diese Weise war es möglich, den etwaigen Einfluss der Blutung, der Schädelwunde, der Hirnverletzung u. s. w. zu eliminiren.

Dieser Vergleichshund zeigte in Betreff seiner Sinnesthätigkeiten und seines gewöhnlichen Verhaltens gar nichts Auffallendes. Er war bald wieder anscheinend hergestellt, entwickelte sich normal, wenn nicht, wie mir *schien*, seine Stimme heiserer war, als gewöhnlich bei jungen Hunden. Er konnte, wenn man ihn nur vorübergehend auch noch so aufmerksam untersuchte, für einen ganz gesunden Hund gelten. Auf einige nur periodisch auftretende Eigenthümlichkeiten in seinem Verhalten, die ich auch bei den vier andern beobachtete, werde ich zurückkommen.

Die vier andern Hunde mit getrenntem Olfactorius wurden verschieden lange Zeit beobachtet, aber trotzdem die Verletzungsstelle des Nerven eine verschiedene war, zeigten sie alle in ihrem wesentlichen Verhalten eine so vollkommene Uebereinstimmung, dass ich die vier Beobachtungsreihen nicht besonders darzustellen brauche, sondern in der Beschreibung vereinigen kann. Es verdient bemerkt zu werden, dass die zwei ältern dieser Hunde von gleichem Wurfe mit dem Vergleichshunde waren, die beiden andern rührten von einem andern Elternpaare her, wurden aber von ihrem dritten Lebenstage an von der Mutter des ersten Paares gesäugt.

Bei der unter dem Einfluss des Aethers ausgeführten Operation wurde nur eine schmale in der Quere etwa $\frac{1}{4}$ Zoll messende Wunde in's Stirnbein und durch den engen Sinus frontalis hindurch gemacht, und dann mit einer geraden, schmalen, platten, an den Seiten etwas zugeschärften Nadel der betreffende Theil durchschnitten. Die Blutung stand bald, und kurze Zeit, nachdem die Thierchen erwacht waren,

krochen sie wieder scheinbar ganz gesund im Heu neben ihrer Mutter umher. Die kleine Hautwunde war bald vernarbt.

Die Hunde waren aber nun, wie dies schon Biffi bemerkte, nicht mehr im Stande, die Zitzen der Mutter zu finden. Sie suchten zwar überall an derselben umher, und so traf es sich auch manchmal, dass sie von selbst eine Zitze in den Mund bekamen, aber dies war doch nur sehr selten der Fall. Wenn ich die Nacht den Vergleichshund entfernt hatte, und die übrigen bei ihrer Mutter, resp. Amme, lagen, so hatte letztere doch den andern Morgen ganz geschwellte volle Milchdrüsen und die Jungen waren ausserordentlich durstig, was man sogleich an ihrer Unruhe bemerkte.

Wenn aber auch eines der Hündchen endlich eine Zitze erwischt hatte, so war ihm damit noch nicht viel geholfen. Denn dann saugte es mit einer solchen Hast, dass es seinen ganzen Körper und besonders seinen Kopf stark dabei bewegte; es riss stark an der Zitze, stemmte die Vorderfüsse wider sie, und dabei kam es öfter vor, dass das zahnlose Maul von derselben abglitt. Wenn dies auch gesunden jungen Hunden manchmal passirt, so haben sie sich mit einer einzigen Bewegung wieder festgesetzt. Nicht so unsere vier operirten. Wenn sie die Zitze verloren hatten, so geriethen sie oft beim Versuch, dieselbe wieder zu fassen, mit der Schnauze neben dieselbe, und machten dann auf's Geradewohl Bewegungen, die sie eben so häufig von dem gesuchten Objekt wieder ganz entfernten, als demselben zuführten, so dass sie oft nach dem ersten Zuge wieder auf's Neue am Bauche schreiend umherirren mussten, und gelegentlich auch eine Zehe oder den Ohrlappen der Mutter zu fassen bekamen. Wer weiss, ob nicht das sogenannte *„Fahrenlassen"* der Brust bei hirnkranken Kindern manchmal auf ähnlichen Verhältnissen beruht, und ob nicht die armen Kleinen mit comprimirtem Tractus olfactorius vor Durst vergehen, während der Minister naturae in ihren unstäten Bewegungen und ihrem Schreien eine höhere Stimme zu erkennen vermeint, die ihnen Mässigkeit und Diät auferlegt.

Im vorliegenden Falle wenigstens war hierüber keine Täuschung möglich, die Hunde mussten gefüttert werden, und ich versuchte, ihnen den Mund zu öffnen und die mütterlichen Zitzen hineinzu-

schieben. In der Regel blieb dies fruchtlos. Sie sträubten sich so sehr gegen die Eröffnung des Mundes und gegen den eindringenden Finger, dass sie die gleichzeitig eingeschobene Zitze in der Regel mit fortstiessen. Es war umsonst, dass ich die Zitze dabei zusammmendrückte, so dass vorn ein Tropfen Milch hing; erst nach dem Ausstossen schmeckten sie die Milch, und es half nichts, dass sie dann schrieen, um mehr zu bekommen. Nur manchmal gelang es ihnen, sich auf diese Weise zu einem kurzen Schluck zu verhelfen, worauf sie dann ihre täppisch ungeduldigen Bewegungen von Neuem losrissen.

Um die Hunde nicht Noth leiden zu lassen, fütterte ich sie mittelst einer Spritze, in die entweder Kuhmilch oder die abgemolkene Milch ihrer eigenen Mutter gefüllt wurde.

Merkwürdig war es, dass die vier Hunde an einem alten erwärmten Schaafpelz, ebenso nach Milch suchend, umherliefen und von Zeit zu Zeit zu saugen versuchten, wie an ihrer Mutter. Der Vergleichshund that dies nicht.

Sie unterschieden auch ein fremdes Männchen von ihrer Mutter nicht, aber die Geduld dieser Pseudosäugamme war zu Ende, ehe ich den Vergleichshund in dieser Beziehung prüfen konnte.

Die einzige Verschiedenheit, die ich bestimmt in dem Benehmen meiner vier Hunde wahrnehmen konnte, war ihr Verhalten zur Mutter, nachdem ihnen die Augen aufgegangen waren. Drei derselben (Weibchen) lernten auch dann kaum besser an den Zitzen trinken. Der vierte aber (ein Männchen) suchte jetzt bald die Zitzen auf, obschon es ihm bei weitem nicht so gut gelang, wie dem Vergleichshund.

Lagen die Hündchen ruhig in einer Ecke des Kastens, und die Mutter sprang von der andern Seite her hinein, so merkte es der Vergleichshund sogleich und kroch zu ihr hin. Die andern mussten auf eine zufällige Berührung warten.

Die Jungen fingen jetzt an umherzulaufen. Der Vergleichshund fand sich sehr leicht wieder zum Lager zurück, die andern aber verirrten sich oft in den Winkeln der Bodenkammer, in der sie erzogen wurden; sie liefen dann unruhig auf und ab, und schrieen so lange, bis die Mutter sie mit der Schnauze wieder herbeiwälzte, oder bis man sie wieder in's Lager trug.

Nach und nach lernten die Hunde trinken, nachdem ich ihnen die Schnauze in ein Gefäss mit Milch gebracht hatte. Sie erkannten alle bald ihr weisses Porcellangefäss und kamen schon nach wenigen Tagen von selbst herbei.

Weichte ich in die Milch jetzt kleine Stückchen Brod, so wurden dieselben vom Vergleichshund mit aufgefressen. Fleischstücke zog er sichtbar vor, und er drängte sich sogar zu, wenn seine Mutter aus einem andern Gefässe gefüttert wurde. Anders die vier geruchlosen Hunde. Sie soffen die lauwarme Milch; hatte man ihnen aber Brod oder Fleisch in Stücken hineingelegt, so liessen sie es liegen. Wenn die Milch zu Ende war, suchten sie mit der Schnautze im Gefäss hin und her, und warfen dabei die Stücke allmälig alle über den Rand hinaus auf den Boden.

Um sie an's Fressen zu gewöhnen, zerrieb ich Brod in die Milch zu Brei. Derselbe wurde mit der Flüssigkeit aufgeleckt, und indem ich immer grössere Stückchen darunter brachte, gewöhnten sie sich zuletzt an's Fressen, währenddem die Zähne immer mehr hervorbrachen.

Brachte ich jetzt den vier Hunden grössere Stückchen Fleisch neben kleineren Krummen Brod in die Milch, so wurden letztere immer *zuerst* und später das Fleisch nur *langsam* und theilweise verzehrt. Beim Vergleichshund war es gerade umgekehrt.

Offenbar war es nur der Anblick des weissen Porcellangefässes, der sie, wenn sie *ruhig lagen,* zum Fressen einlud. Sie kümmerten sich dann nicht darum, wenn ich ihnen ihre Mahlzeit in einem andern *grauen* Gefässe reichte. Stellte ich neben jenes das leere weisse, so kamen sie herbei, suchten im letzteren mit der Schnauze lange umher und liessen das andere stehen. Auch drängten sie sich nie zur Mahlzeit der Mutter.

Häufig kam es vor, dass sie während des Fressens viele Stückchen Brod oder Fleisch durch die Bewegungen ihrer Schnauze aus dem Gefäss heraus auf den Boden warfen. Niemals suchten sie diese Stücke auf, sondern leckten, wenn das Gefäss leer war, im Innern desselben umher, wenn auch aussen der Boden mit Stücken ganz

voll lag. Der Vergleichshund aber verfolgte alle herausgeworfenen Bissen.

Bedeckte man ihnen während des Fressens ihre Schüssel mit einem Stück Papier, so liefen sie leise schreiend davon und konnten sie nicht mehr finden. Anders natürlich der Vergleichshund, der das Papier wegstiess.

Sie kamen auch zu weissen Schüsseln, die von ihrer gewöhnlichen in Gestalt und Grösse abwichen. Zu anders gefärbten musste man sie führen, und sie soffen dann selbständig, wenn Milch darin war. Fleischbrühe aber und jede andere Nahrung berührten sie nicht, wenn man nicht erst ihre Schnauze hineingebracht, so dass sie die Nässe fühlten.

Liefen sie munter auf dem Boden umher, so erfassten sie nach Hundeart die kleinen Körper mit den Zähnen. War der Körper feucht und lauwarm, später auch nur, wenn er nass war, so versuchten sie davon zu fressen. Trockene Körper zerbissen sie nur, aber sie frassen nicht davon. Trockenes Fleisch oder Brod frassen sie nie, es musste denn so oft von ihnen benagt und wieder ausgespuckt worden sein, dass es von ihrem Speichel durchfeuchtet war. Hier schien es die Empfindung des Nassen zu sein, das sie einlud. Selbst der Hund, der bis zum dritten Monat beobachtet wurde, konnte nie dahin gebracht werden, einen nicht nassen Körper unmittelbar zu fressen.

Feuchte, lauwarme Körper waren ihnen so verlockend, dass sie merkwürdigerweise *ihren eigenen Urin jedesmal wieder aufleckten*, und *ihre eigenen Excremente gierig verzehrten!* wenn sie sich nach deren Entleerung herumdrehten. So reinigten sie ihr eigenes Zimmer und sorgten für die Constanz ihres Körpergewichts.

Brennendes Holz oder Papier, neben ihre Nahrung gelegt, schreckte sie nicht ab, wenn es nicht sehr vielen Rauch entwickelte. Einer kaute ruhig an einem Stück Zunder, das ich auf dem einen Ende benetzt und am andern angezündet hatte. Schweflige Säure incommodirte sie nicht, Ammoniak und Aether machte sie den Kopf wegwenden und niesen; aber diese Wirkung trat, wie bei geruchlosen Menschen, erst langsam und viel *später* ein, als

beim Vergleichshund, der diese Stoffe schon aus der Ferne floh. Längere Einwirkung von Chloroform oder Aether machte Speichelfluss. Essigsäure erregte nur bei starker Concentration und auch dann nur sehr langsam eine Spur von Widerwillen. Der Geruch meines Laboratoriums, den die andern Hunde fliehen, war einem der geruchlosen Thiere, das ich eine Zeitlang dort fütterte, ganz gleichgültig. Es lief darin munter umher.

Das Mitgetheilte, dem ich noch mehr Detail beifügen könnte, genügt zu zeigen, dass diese vier Hunde ohne allen Geruch waren. Ich füge zu den übrigen Daten, welche die Wichtigkeit dieses Sinnes für den Haushalt dieser Thiere beweisen, noch hinzu, dass auch der Hund, den ich am längsten erhielt, im Allgemeinen den Menschen gerne nachlief, zu ihnen herankam, aber er zeigte gegen mich, der ich ihn stets fütterte und pflegte, durchaus keine Spur von grösserer Zuneigung, als gegen Andere. Es schien mir, dass er die Menschen nach ihrer *Grösse* schätzte und immer die kleinsten am meisten vorzog. Jedem Kinde war er gewogen.

Waren nun auch die Thiere völlig geruchlos, so *beschnüffelten* sie doch alle Gegenstände, die ihnen im Wege lagen, aber den einen nicht mehr als den andern, Fleisch nicht mehr als Steine. Auch beschnüffelten sie ihr Futter vor dem Fressen. Dies hielt sie aber nicht ab, zuzugreifen, auch wenn der Rand des Gefässes ganz mit Tabaksjauche beschmiert war, die allen andern Hunden ein Gräuel ist.

Bei der Section überzeugte ich mich durch Präparation und Mikroskop, dass die Nasenzweige des Trigeminus sowohl im Verlauf als im Innern der Schleimhaut unversehrt waren.

Der Olfactorius war getrennt, die Schnittenden angeschwollen, mit Exsudat erfüllt, aber an seinem peripherischen Theile konnten weder Valentin noch ich irgend eine Degeneration erkennen, was mit der von mir hervorgehobenen Thatsache stimmt, dass *nur die Markscheide* sichtbar entartet.

Auch gegen die gewöhnlichen Reagentien verhalten sich die Olfactoriusfasern wie im normalen Zustande.

Das Weitere des Leichenbefundes werde ich bei einer späteren Gelegenheit mittheilen, wo ich die epileptischen Anfälle mit anscheinender Gefühllosigkeit des Rumpfes und der Extremitäten mit Schwerbeweglichkeit der Pupille, Schreien und Schaum vor dem Munde, beschreiben werde, denen alle fünf Hunde in *entfernten* Intervallen ausgesetzt waren.

Für diejenigen, welche sich für den angeblichen Zusammenhang des Riechnerven mit den Flimmerzellen interessiren, noch die Bemerkung, dass letztere bis lange nach dem Tode stets ungestört *fortflimmerten*. Das habe ich bei den vier Thieren gesehen. Das Verhalten des Männchens zeigt, dass nicht nur der *Tractus* olfactorius, sondern dass auch speciell dessen *peripherischen* Nasenäste dem Geruch dienen. Der Olfactorius ist also ein Nerv!

# XIII.

## Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes der Fische.

### Eine vorläufige Mittheilung

von **Ludwig Mauthner.**

[Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität. [1])]

Das grosse Interesse, welches die mikroskopischen Untersuchungen von Bidder's Schüler, Owsjannikow [2]), über das Rückenmark der Fische allgemein erregten, war um so gegründeter, als das für den Bau des Rückenmarkes dieser Thiere aufgestellte Schema an Schönheit, Klarheit und Einfachheit Nichts zu wünschen übrig liess und für die Physiologie des Rückenmarkes überhaupt vom grössten Belange zu werden schien.

Zu jenen Forschern, welche seit Owsjannikow das Rückenmark dieser Thierklasse nochmals einer näheren Untersuchung unterzogen haben, gehören vorzugsweise Stilling, der in seinen „neuen Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes“ [3]) auch auf das Fischrückenmark Rücksicht nimmt und bereits viele der Behauptungen Owsjannikow's in Frage stellt, und Kölliker [4]), der den

---

[1]) Aus dem XXXIV. Bande der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura, imprimis in piscibus factitatae. Dorpati 1854.

[3]) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes, 1856—1858. 4 Lieferungen.

[4]) v. Siebold und Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 9. Band, 1. Heft.

Ansichten Owsjannikow's in Bezug auf das Fehlen echter, d. i. aus „dunkelrandigen" Fasern bestehender Commissuren im Rückenmarke der Fische entgegentritt.

Eine wiederholte gründliche Untersuchung des Fischrückenmarkes schien dennoch sehr wünschenswerth, und so unternahm ich unter Anleitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professors Brücke, diese Arbeit. Ich wählte zu meinen bisherigen Untersuchungen hauptsächlich einen Fisch, der sich wegen der Grösse seiner Elementartheile als besonders geeignet erwies, den Hecht.

Meine Untersuchungen an dem Rückenmarke dieses Thieres nun sind bereits so weit gediehen, dass ich im Stande bin, die Unrichtigkeit der Grundprincipien, nach welchen das Rückenmark aller Fische nach Owsjannikow gebaut sein soll, wenigstens für das Rückenmark des Hechtes nachzuweisen [1]).

Der Zweck dieser Zeilen ist es, die Resultate meiner bisherigen Beobachtungen, sowohl derjenigen, welche sich auf die Angaben Owsjannikow's beziehen, als auch anderer, durch welche bisher noch nicht erörterte Punkte der Anatomie des Fischrückenmarkes erläutert werden, vorläufig mitzutheilen. Ich fand Folgendes:

I. In den Vordersträngen der weissen Substanz des Rückenmarks findet sich jederseits, nach vorn und aussen vom Centralkanale gelegen, eine *colossale markhaltige Nervenfaser*, welche sich *durch den ganzen Verlauf des Rückenmarkes* erstreckt, und deren Durchmesser an ihrem breitesten Theile im Rückenmarke $^1/_{11}$ *Millimeter* beträgt [2]).

---

[1]) Unter jenen Fischen, welche Owsjannikow untersuchte, und die er ausdrücklich anführt, findet sich auch der Hecht, pag. 27., l. c.: *„Investigationibus adhibiti sunt hi pisces: Lucioperca sandra, Esox lucius* etc." Ich will hierbei gleich erwähnen, dass ich die einzelnen betreffenden Stellen aus Owsjannikow's Schrift im weiteren Verlaufe nicht citire, da sie ohnehin leicht zu finden sind.

[2]) Diese colossalen Fasern haben vielleicht einige Aehnlichkeit mit den im Rückenmarke von *Ammocoetes* und *Petromyzon* vorkommenden bekannten, sogenannten Müller'schen Fasern, welche seit Müller (Abhandlungen der Berliner Akademie, 1838: Vergleichende Neurologie der Myxinoiden) auch Stannius (Nachrichten von der Georg-August-Universität und der königlichen Gesellschaft der Wis-

II. 1. Die graue Substanz bildet nicht bloss die nächste Umgebung des Centralkanales, sondern sie erstreckt sich flügelartig zu beiden Seiten desselben nach vorn und aussen, ein dichtes Netzwerk von Fasern mit eingestreuten Ganglienkugeln darstellend [1]).

2. Von diesen seitlichen Flügeln der grauen Substanz geht ein Fasernetz aus, dessen Fasern die weisse Substanz in allen Richtungen durchbrechen, sich mit einander in verschiedenster Weise kreuzen und zur Peripherie des Rückenmarkes gelangen.

Im obersten Theile des Rückenmarkes erreicht dieses Fasernetz eine ausserordentliche Entwickelung.

3. Die *Fasern*, welche sowohl die Flügel der grauen Substanz als auch das aus denselben hervorgehende Fasernetz bilden, sind zum grossen Theile *Axencylinder*.

III. Commissuren finden sich im Rückenmarke des Hechtes *drei*. Nur eine von ihnen kennt Owsjannikow; er bezeichnet sie als Commissur der grossen Ganglienkugeln. Nach ihm wird diese Commissur, welche in der Mitte zwischen vorderem Sulcus und dem Centralkanale liegt, durch einige Axencylinder gebildet, welche je eine Ganglienkugel der einen Seite mit je einer der anderen Seite in offenbare Verbindung setzen. Dieses ist aber nicht der Fall. Es besteht diese Commissur vielmehr aus weissen Nervenfasern, welche als gesammelter Strang von einer Seite zur andern ziehen [2]).

Im obersten Theile des Rückenmarkes erreicht diese Commissur eine eigenthümliche Entwickelung. Sie wird da von zwei, in einem höheren Theile des Rückenmarkes sogar von drei Nervensträngen gebildet, welche, von einer Seite zur anderen ziehend, sich alle an

---

senschaften zu Göttingen, 1850, pag. 93) erwähnt, und über die Owsjannikow (l. c.) und Stilling (l. c. pag. 702) Näheres anführen.

Das Rückenmark von *Ammocoetes* und *Petromyzon* aber kenne ich noch nicht, da ich mir diese beiden Fische bis jetzt noch nicht im frischen Zustande verschaffen konnte.

[1]) Hiebei sehe ich von der sogenannten *substantia gelatinosa* Rolandi ab.

[2]) Siehe Stilling l. c. pag. 91 und Kölliker l. c. pag. 10.

Einer Stelle des medianen Faserzuges durchkreuzen, welcher vom vorderen Sulcus bis zur centralen grauen Substanz verläuft.

Geht man noch weiter im Rückenmarke nach aufwärts bis dahin, wo der Centralkanal bereits weit nach rückwärts getreten, und von seiner Eröffnung nach hinten nicht mehr fern ist, so zeigt sich da, so wie in der *medulla oblongata* diese vordere Commissur wieder anders gestaltet. Sie wird hier nämlich durch mehrere kleinere Faserzüge gebildet, welche jederseits in den medianen Faserzug hinein-, oder durch denselben hindurchgehen.

Von den beiden anderen Commissuren findet sich die eine *unmittelbar vor*, die andere unmittelbar hinter dem Centralkanale. Letztere Commissur führen bereits Stilling [1]) und Kölliker [2]) an. Diese beiden Commissuren stellen Kreuzungen von Fasern dar, welche auf Anwendung eines das Bindegewebe zerstörenden Reagens besonders deutlich hervortreten, also gewiss nicht aus Bindegewebe bestehen.

IV. Die vorderen und hinteren Nervenwurzeln zeigen durchaus das Verhalten nicht, welches Owsjannikow für sie angiebt. Nach Owsjannikow sollten die nach vorne und aussen gehenden Fortsätze der Ganglienkugeln die vorderen, die nach hinten und aussen gehenden die hinteren Nervenwurzeln constituiren. Auf dem Querschnitte des Rückenmarkes sollten demnach, wie es Owsjannikow auch abbildet, vordere und hintere Spinalnervenwurzeln, als aus einigen Axencylindern bestehend, sich darstellen, die man von den in gleicher Ebene liegenden Ganglienkugeln ausgehen sieht.

Auf einem in die Bahn der *vorderen* Wurzel gelegten Querschnitte des Rückenmarkes sieht man jedoch, dass sie unmittelbar vor der vor dem Centralkanale gelegene Commissur als gesammelter Nervenstrang auftritt. Sie verläuft als solcher in der Richtung nach vorne und etwas nach aussen durch die weisse Substanz des Rücken-

---

[1]) l. c. pag. 122.

[2]) l. c. pag. 10.

markes, wobei sie die Flügel der grauen Substanz mit den in ihnen enthaltenen Ganglienkugeln nach aussen liegen lässt. Sie besteht gleich bei ihrem Auftauchen vor jener Commissur aus markhaltigen Nervenfasern und nicht aus nackten Axencylindern.

Inwiefern sie von den Fortsätzen der mit ihr in einer Ebene gelegenen Ganglienkugeln verstärkt wird, werde ich weiter unten angeben.

Die *hintere* Nervenwurzel zeigt dieses Verhalten der vorderen nicht. Sie stellt vielmehr auf dem Rückenmarksquerschnitte ein Netz von Fasern dar, die sich erst bei ihrem Austritte aus dem Rückenmarke sammeln.

V. *Die Angaben, welche* Owsjannikow *über die Ganglienkugeln und deren Fortsätze macht, passen auf das Rückenmark des Hechtes nicht.*

1. Sie liegen nicht, wie es Owsjannikow angiebt und zeichnet, zwischen den Längsfasern der weissen Substanz, sondern sie sind zwischen den Fasern der unter II. 1. angeführten flügelartigen Fortsetzungen der grauen Substanz eingebettet. Sie erfüllen diese Flügel gleichmässig, vom Centralkanale angefangen bis an deren Peripherie, also sehr weit nach aussen reichend.

Im obersten Theile des Rückenmarkes tritt eine eigenthümliche Lagerungsstelle grosser Ganglienkugeln auf. Es findet sich da nämlich auch in der sogenannten *substantia gelatinosa centralis* jederseits neben und hinter dem Centralkanale eine Gruppe solcher Ganglienkugeln vor.

2. Die Anzahl der Ganglienkugeln ist auf dem Querschnitte des Rückenmarkes eine viel grössere, als es Owsjannikow wenigstens bei andern Fischen (*Gadus lota*, *Salmo salar*, *Acipenser sturio*) abbildet. Ich habe auf einem Querschnitte aus der Mitte des Hechtrückenmarkes jederseits 15—18 Ganglienkugeln gezählt.

Im obersten Theile des Rückenmarkes nimmt ihre Zahl bedeutend zu.

3. Sie sind ferner keineswegs, wie Owsjannikow angiebt, sämmtlich gleich gross, sondern es liegen Ganglienkugeln neben

einander, von denen die einen die anderen bis auf das Vierfache an Grösse übertreffen.

4. Die Zahl ihrer Fortsätze ist durchaus nicht auf drei in einer Ebene abgehende beschränkt, *sondern meine Präparate zeigen auch Ganglienkugeln mit 4—7 in einer Ebene abgehenden Fortsätzen.*

5. Ihre Form auf dem Querschnitte des Rückenmarkes ist nur selten eine dreieckige; sie erscheinen vielmehr je nach der Anzahl der Fortsätze, die sie absenden, als vieleckig, spindelförmig, birnförmig u. s. w.

6. Ebensowenig passen die Angaben, welche Owsjannikow über die Richtung der Fortsätze der Ganglienkugeln macht, auf das Rückenmark des Hechtes.

Schon aus dem Verlaufe der vorderen Nervenwurzel, welche nach innen von der Gruppe der Ganglienkugeln gelegen ist, geht es klar hervor, dass die von den Ganglienkugeln nach vorn und aussen verlaufenden Fortsätze zur Bildung der vorderen Nervenwurzel nichts beitragen können. An unzweifelhaften Präparaten sehe ich vielmehr, dass nach innen gehende Fortsätze der Ganglienkugeln nicht zur vorderen Commissur verlaufen, sondern *sich an die vordere Nervenwurzel anlegen,* und, in markhaltige Fasern übergehend, dieselbe verstärken.

Die Fortsätze der Ganglienkugeln, welche nach vorne und aussen, und jene, die in querer Richtung nach aussen verlaufen (die Ganglienkugeln schicken bald einen, bald mehrere Fortsätze in dieser Richtung ab), gehen in jenem unter II. 2. angeführten Fasernetze, zu dessen Bildung sie eben beitragen, gegen die Peripherie des Rückenmarkes und *erreichen* dieselbe.

Die Fortsätze, die nach rück- und auswärts verlaufen, gehen in jenes Fasernetz über, aus dem sich die hinteren Nervenwurzeln sammeln.

VI. Die sogenannte *substantia gelatinosa* Rolandi hängt mit den Faserzügen der hinteren Commissur zusammen. Echte grosse Nervenzellen, wie sie Stilling [1]) bei Fischen im Allgemeinen annimmt, finden sich in ihr beim Hechte nicht.

---

[1]) l. c. pag. 200.

Indem ich hiermit die hauptsächlichsten von mir bis jetzt in Bezug auf das Fischrückenmark gewonnenen Resultate mittheile, füge ich noch hinzu, dass ich manche der Verhältnisse, wie sie im Rückenmarke des Hechtes vorkommen, bereits auch an den anderen von mir untersuchten Fischen vorgefunden habe. Es gilt dieses namentlich von den unter I. angeführten zwei colossalen Fasern der weissen Vorderstränge, die ich in analoger Weise auch bei anderen Fischen vorfinde (*Salmo fario, Lucioperca sandra, Lota vulgaris*); von dem Vorkommen dreier Commissuren; von dem Verhalten der vorderen und hinteren Nervenwurzeln.

Eine nähere Darstellung der gewonnenen Resultate, sowie der Ergebnisse weiterer Untersuchungen werde ich in einer grösseren Arbeit in Kürze niederlegen.

# XIV.

## Ueber die Sprache bei luftdichter Verschliessung des Kehlkopfes.

Von Professor J. Czermak in Pesth [1]).

Die Untersuchung der Leistungen abnormer Sprachorgane ist in mehrfacher Hinsicht interessant, indem pathologische Veränderungen derselben zuweilen nicht nur Aufschluss geben über die Bedeutung mancher Theile für die Hervorbringung gewisser Sprachlaute, sondern auch über das eigentliche Wesen mancher Laute, so wie über die Art und Weise, in welcher unmöglich gewordene Laute unter Zuhülfenahme ungewöhnlicher Mittel mehr oder weniger erfolgreich ersetzt werden können.

Ich erinnere in dieser Beziehung an Brücke's Beschreibung der Sprache eines Mädchens, welches den weichen Gaumen durch Syphilis vollständig verloren hatte, ohne sonstige Zerstörungen und Veränderungen der Sprachorgane erlitten zu haben [2]), ferner an das von mir beschriebene Gegenstück dieses Falles bei einem Mädchen, dessen Gaumensegel mit der Rachenwand vollständig, d. h. luftdicht verwachsen war [3]).

---

[1]) Aus dem XXXV. Bande der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Brücke, „Nachschrift zu Professor Kudelka's Abhandlung." Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1858, und diese Zeitschrift, Bd. IV, S. 302.

[3]) Sitzungsberichte, Märzheft 1858, und Band V der von Moleschott herausgegebenen Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, 1858. „Bemerkungen über die Bildungen einiger Sprachlaute."

Im Folgenden theile ich einen neuen hierher gehörigen Fall mit [1]), in welchem bei *vollständiger* Verschliessung des Larynx unmittelbar unterhalb der Glottis, also bei gänzlichem Mangel an Stimme und In- so wie Exspirationsluftstrom in den Sprachorganen eine, wenn auch unvollkommene, doch hinreichend verständliche, Sprachlautbildung zu Stande gebracht wird. Es versteht sich von selbst, dass die Respiration des betreffenden Individuums durch eine künstlich angelegte Oeffnung (Laryngotomie) unterhalb der Verschlussstelle des Larynx gesichert ist.

Dass die Sprache unter so bewandten Umständen in einem völlig lautlosen Lispeln besteht, war natürlich sicherer zu erwarten, als dass sie überhaupt möglich ist, und sogar noch aus einiger Entfernung recht gut wahrgenommen wird. Die Möglichkeit einer Sprachlautbildung beruht hier, im Allgemeinen, selbstverständlich nur auf der geschickten Benützung (Verdünnung und Verdichtung) der geringen Menge der in Pharynx und Mundhöhle eingeschlossenen atmosphärischen Luft und jener Geräusche, welche bei den blossen Articulationsbewegungen der Sprachorgane entstehen, in Folge der Verschiebung, Berührung und Trennung der in Contact kommenden mit zäher Flüssigkeit befeuchteten Schleimhautoberflächen.

Aus letzterem Grunde wird es auch begreiflich, warum gewisse Laute, welche in diesem Falle *für sich allein* ganz oder fast ganz unmöglich geworden sind, im Flusse der Articulationsbewegungen mehr oder weniger deutlich zum Vorschein kommen, oder doch durch ähnliche Laute ersetzt werden.

Ich lasse nun die Beobachtungen und Bemerkungen über die einzelnen Sprachlaute folgen, wobei ich Brücke's klassische „Grund-

---

[1]) Dieser Fall betrifft ein 18jähriges intelligentes Mädchen, an welchem Herr Professor v. Balassa im October 1858 in Folge der Aufforderung des ordinirenden Arztes Dr. Porges die dringend indicirte Laryngotomie mit glänzendem Erfolge ausgeführt hatte. Später habe ich die Patientin mit dem Kehlkopfspiegel, sowohl durch den Rachen, als nach einem neuen Verfahren durch die laryngotomische Oeffnung hindurcht untersucht und den Sitz und die Art des Larynxverschlusses ermittelt. Vergleiche Wiener Med. Wochenschrift: „Beiträge zur Laryngoskopie." 1859. Nr. 10 u. f.

züge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute", Wien, Gerold, 1856, zu Grunde lege.

## I. Kehlkopflaute und Vocale.

Da, wie bereits erwähnt, der Larynx unserer Patientin unmittelbar unterhalb der Glottis luftdicht verschlossen ist, so kann dieselbe weder einen lauten Ton, noch die eigentliche Flüsterstimme hervorbringen, ja überhaupt keine Spur von Luft durch den Kehlkopf hindurchtreiben, wie ich mich vermittelst der Spiegelprobe [1]) überzeugt habe.

Es sind für die Patientin daher auch die verschiedenen *h*-Laute eben so unmöglich geworden, wie die Vocale, wenn dieselben *für sich allein* hervorgebracht werden sollen. Nur der *i*-Laut macht hier insofern eine Ausnahme, als er passend durch das Reibungsgeräusch des *j* ersetzt wird.

Im Flusse der Articulationsbewegungen jedoch kommen verschiedene Geräusche, in Folge der Durchbrechung, Lösung und Herstellung eines Verschlusses oder in Folge der Reibung der durch Verdichtung oder Verdünnung in Bewegung versetzten Luft an verengten Stellen des Mundkanals, zu Stande, von denen die *einen* (besonders schwache, unentschiedene Reibungsgeräusche im hintersten Articulationsgebiete) die *h*-Laute ersetzen, die *anderen* aber den eigenthümlichen Charakter der einzelnen Vocale ganz deutlich an sich tragen.

Für die Theorie der Vocale scheint es mir nicht unwichtig, dass bei unserer Patientin fast jedwedes im Mundkanal erzeugte Geräusch — je nach der Stellung der Sprachorgane für einen bestimmten Vocal — den specifischen Charakter dieses Vocals sofort unverkennbar annimmt.

Dass dies übrigens keine ausnahmsweise Erscheinung sei, davon überzeugt man sich leicht an sich selbst, wenn man bei angehaltenem Athem und festverschlossenem Larynx, also *nur* unter Mitwirkung

---

[1]) Czermak: „Ueber reine und nasalirte Vocale". Diese Sitzungsberichte, Februarheft 1858.

der im Mund enthaltenen Luft, z. B. *pa, pe, pi, po, pu, — ta, te, ti, to, tu, — sa, se, si, so, su* . . . etc. zu sprechen versucht. Man wird finden, dass das nachhallende Geräusch der Verschlusslaute, Reibungslaute etc. das Timbre der intendirten Vocale vollkommen deutlich annimmt.

Ja es gelingt sogar, dem Schalle, welchen man durch Klopfen mit einem festen Körper auf die Zähne hervorbringt, bei geeigneter Mundstellung einen mehr oder weniger deutlichen vocalischen Charakter aufzudrücken.

Es sei mir erlaubt, eine beiläufige Bemerkung über die Natur der Vocale hier einzuschalten.

Bekanntlich hat R. Willis zuerst einen wichtigen Beitrag zur theoretischen Lösung des Problems der Vocalbildung gegeben, welcher im Wesentlichen darauf hinausläuft, dass mit lauter Stimme hervorgebrachte Vocale durch Combination primärer und secundärer Pulsationen oder Schwingungen entstehen, von denen die ersteren die musikalische Höhe des Tones, die letzteren — indem ihre Zahl von *i* bis zum *u* immer geringer wird — die Qualität des Vocals veranlassen. Im menschlichen Sprachorgan ist die Schwingungszahl der ersteren wesentlich durch die Spannungsverhältnisse der Stimmbänder, die Periode der letzteren durch die Verlängerung, Verkürzung und durch die anderweitigen Gestaltveränderungen des Ansatzrohres (Rachen und Mundhöhle) gegeben und bedingt.

Aus dieser Theorie erklärt es sich, weshalb beim Erhöhen des Tones die Vocale, von *u* angefangen, nach einander unmöglich werden (indem die Periode der primären Pulsationen für die Vocalreihe von *u* aufwärts zu kurz wird im Vergleiche zur Periode der secundären Pulsationen). Es erklärt sich auch, wesshalb in der gewöhnlichen Sprache der Ton, mit dem die Stimme beim *i* tönt, etwas höher ist, als der, womit sie beim *u* tönt. Vergleiche Brücke „Grundzüge“ pag. 14. u. f.

Brücke, welcher die Fundamentalversuche von Willis mit der Uhrfeder und dem Savart'schen Rad und mit dem Zungenwerk, an welchem ein ausziehbares Ansatzrohr angebracht ist, mit theilweise günstigem Erfolge wiederholt hat, glaubt mit Recht, „dass

Willis einen wesentlichen Punkt der Sache getroffen hat", und vertheidigt dessen Theorie gegen den nahe liegenden Einwand, dass zur Hervorbringung der Vocale gar kein Ton nothwendig sei, indem man sie ja eben so gut mit der Flüsterstimme hervorbringen könne.

Brücke [1]) sagt: „Beim Geräusche sind so gut Impulse vorhanden, wie beim Ton, sie folgen nur nicht, wie bei diesem in gleichmässigen Intervallen, ja überhaupt nicht nach einer bestimmten Periode auf einander. Von dieser Periode der primären Impulse ist aber auch nach Willis nur die Tonhöhe abhängig, nicht die Natur des Vocals. Für diese letztere ist es also auch ganz gleichgültig, ob überhaupt ein Rhythmus in den primären Pulsationen ist oder nicht; sie hängt lediglich ab von dem Echo, welches die primären Pulsationen in der Mundhöhle finden, *von der Periode der secundären Pulsationen*, die von jeder einzelnen primären Pulsation nach unwandelbaren Gesetzen hervorgerufen werden und von dem Vorhandensein einer Periodicität in den primären Pulsationen vollkommen unabhängig sind."

So richtig dies auch im Ganzen ist, so scheint mir aus der Würdigung jenes Einwandes und der oben mitgetheilten Thatsachen denn doch hervorzugehen, dass die Theorie von Willis nicht die eigentliche Natur der Vocale aufklärt, sondern *das Problem in die sogenannten secundären Pulsationen nur zurückverlegt.* Die secundären Pulsationen haben aber gewiss nicht bloss *eine* einfache Periode, sondern sie setzen offenbar höchst complicirte *Geräusche* zusammen, welche für sich allein schon die einzelnen Vocale vollkommen charakterisiren und das eigenthümliche Timbre derselben ausmachen, zu welchem der Ton der Stimme nur äusserlich hinzukommt.

Schon Donders [2]) hat hervorgehoben, dass das die Vocale charakterisirende Geräusch beim lauten Sprechen nur vom Ton der Stimme überdeckt wird, und sich bemüht, die Natur dieses Geräusches für jeden Vocal näher zu bestimmen.

---

[1]) Grundzüge p. 16.

[2]) „Ueber die Natur der Vocale." Archiv für die holl. Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. I, 1857.

Nach meinen Beobachtungen an mir selbst und an dem stimmlosen Mädchen muss ich mich den in der vorläufigen Mittheilung am angeführten Orte ausgesprochenen Ansichten von Donders anschliessen.

Die *Diphthonge*, welche nach Brücke bekanntlich dann entstehen, wenn man aus der Stellung für einen Vocal in die für einen anderen übergeht, und während der Bewegung und nur während derselben die Stimme lauten lässt, kann unsere Patientin in so weit deutlich aussprechen, als die Geräusche der Articulationsbewegungen hinreichend lange und stark nachrauschen, um im Wechsel der Stellungen nicht völlig zu verklingen.

### II. Consonanten.

a) *Verschlusslaute.* Da sich, wie Brücke gegenüber den immer wieder auftauchenden gegentheiligen Ansichten bis zur Evidenz dargethan hat, die sogenannten Mediae von den Tenues wesentlich nur durch das Mittönen der Stimme unterscheiden, so war vorauszusehen, dass unter den eigenthümlichen Verhältnissen des vorliegenden Falles keine deutliche Verschiedenheit zwischen *b* und *p*, *d* und *t*, *g* und *k* bemerklich sein würde. Bei dem erfolglosen Bemühen, diese Laute auf gewöhnlichem Wege deutlicher zu unterscheiden, musste sich die Patientin in der That darauf beschränken, die Trennung oder Herstellung des Verschlusses für die Tenues plötzlicher und kräftiger vorzunehmen, für die Mediae hingegen langsam und gewissermaassen durch Abwicklung der Berührungsflächen einzuleiten, wobei jedoch meist ein kaum mehr hörbarer Laut entstand.

Etwas besser gelang es, einen Unterschied hervorzubringen, wenn der Verschluss für die intendirten Mediae durch die atmosphärische Luft von aussen nach innen in Folge einer Verdünnung der hinter der Verschlussstelle eingeschlossenen Luft bewerkstelligt wurde, während die Tenues durch Compression dieser Luft — wie gewöhnlich — explosiv erzeugt wurden.

b) *Reibungslaute* können in allen drei Articulationsgebieten durch Compression der, wenn auch geringen Luftmenge in dem Raume

hinter der „Enge", sehr deutlich hervorgebracht werden, nur erschöpft sich der Luftvorrath natürlich sehr bald.

Hinsichtlich der kaum deutlichen Unterscheidung der tönenden und nichttönenden Reibungslaute gilt Aehnliches, wie von den Mediae und Tenues, obschon, wie Donders a. a. O. andeutete, die Höhe der Geräusche an sich für tönende und tonlose Reibungslaute in der That etwas verschieden zu sein scheint.

Auch die an die Reibungslaute sich anschliessenden *L*-Laute sind für die Patientin aussprechbar.

c) Von den *Zitterlauten* bringt die Patientin das Zungenspitzen-*R* mit überraschender Deutlichkeit hervor, indem sie die Zungenspitze so gegen den harten Gaumen emporschnellt, dass die Luft — bei geschlossener Gaumenklappe — in dem hinteren Abschnitte der Mundhöhle und in dem Pharynx plötzlich comprimirt wird und, indem sie stossweise hervorbricht, die Zungenspitze in Vibrationen versetzt.

d) Die Bildung der *Resonanten* geht aus leicht begreiflichen Gründen am unvollkommensten vor sich. Das *m* wird daher meist durch ein *b* ersetzt, für das *n* vicariirt ein *d*, wobei zugleich das Geräusch benützt wird, welches entsteht, wenn die Gaumenklappe plötzlich schliesst, oder wenn dieser Verschluss (besonders von aussen nach innen) durchbrochen wird — an den Resonanten betheiligt sich dann also ein Verschlusslaut ganz eigener Art.

Schliesslich erlaube ich mir, zur Wahrung der Priorität, hier die Nachricht niederzulegen, dass ich damit beschäftigt bin, der besprochenen Patientin, welche wohl nicht sobald — wenn überhaupt jemals — eine wegsame und tönende Glottis wieder zurückerhalten wird, auf künstlichem Wege zu einer lauteren Sprache zu verhelfen.

Ich beabsichtige nämlich, durch eine dünne passend gekrümmte Röhre, welche die Articulationsbewegungen nicht erheblich geniren darf, und in welcher ein Zungenwerk eingeschaltet ist, Luft und Ton in den Raum hinter den Zungengrund zu blasen.

Bei den vorläufigen, aufmunternden Versuchen, welche ich in dieser Richtung an der Patientin und an mir selbst — während ich den Larynx fest verschlossen hielt — anstellte, bediente ich mich eines Blasbalges zur Hervorbringung des Luftstromes.

Ich halte es jedoch für möglich, bei der Patientin die eigene aus der Athmungscanüle hervorströmende Exspirationsluft hierzu zu benützen, wodurch der grosse Vortheil erwüchse, dass die Patientin die Handhabung des Gebläses nicht erst zu lernen brauchte.

Die Hoffnung, in diesem und in ähnlichen Fällen die absolute Aphonie auf die angedeutete Weise künstlich zu heben oder zu bessern, wird wohl Niemand als eine zu sanguinische bezeichnen, der einigermaasen mit den Gesetzen der Sprachlautbildung vertraut ist, und die Faber'sche Sprachmaschine sprechen gehört hat.

Die Organe der besprochenen Patientin stellen nämlich offenbar eine vollendete Sprachmaschine vor, wie sie nie ein Mechaniker zu Stande bringen kann. Es fehlt nur noch Luft und Ton, zwei Bedingungen, die weit leichter herzustellen sind, als die articulirenden Vorrichtungen!

Ich kann daher auch an dem endlichen Erfolg meiner Bemühungen nicht zweifeln, vorausgesetzt, dass die Ausführung meiner an und für sich sehr einfachen Idee nicht an der vielleicht nicht ausreichenden Geschicklichkeit der hiesigen, mir bis jetzt bekannten, mechanischen Arbeiter oder an der Gleichgültigkeit der Patientin, welche sich mit ihrer Umgebung trotz der lautlosen Sprache hinreichend gut und leicht verständigen kann, scheitert.

Für aphonische, sonst gesunde Männer, welche den Verlust der lauten Sprache im geselligen und geschäftlichen Verkehr viel härter empfinden, dürfte mein angedeuteter Vorschlag allerdings werthvoller sein, als für ein krankes Mädchen, dessen ganze Welt sich auf den engen Familienkreis beschränkt, in dem es aufgewachsen ist.

# XV.

## Ueber den Einfluss der arsenigen Säure auf den Stoffwechsel.

Von Prof. Dr. C. Schmidt und Dr. L. Stürzwage in Dorpat.

Nachstehende Versuchsreihe bezweckt die experimentale Feststellung des Einflusses direct oder indirect in den Kreislauf gebrachter arseniger Säure auf den Oxydationsprocess im Thierkörper. Zu den Respirationsversuchen dienten 2 Glasglocken, eine kleinere von 6,9 Litres Capacität für Hühner und Tauben und eine grössere von 18,1 Litres für Katzen. Während der Versuchsdauer von 1 Stunde wurden 30 bis 35 Litres Zimmerluft mittelst des Aspirators durch den Apparat gesogen, deren Kohlensäuregehalt vor jedem Versuche direct bestimmt und vom Gesammtresultat in Abzug gebracht wurde. Die Tubulatur der Glocke enthielt ausser dem Zu- und Ableitungsrohr ein in $^1/_{10}$ Centigrade getheiltes Normalthermometer; der Versuch begann mit dem Moment des Umstülpens der Glocke über das auf die matte Glastafel gestellte Thier. Zwei U-Röhren mit Schwefelsäure imprägnirtem Bimsstein und ein dergleichen mit Chlorcalciumstücken dienten zur Absorption des Wassers, zwei Kaliapparate mit Kalilauge von 1,42 spec. Gew., ein U-Rohr mit in letztere getauchten Bimssteinstücken und ein weiteres mit festem Kalihydrat durch vulkanisirte Cautschuckröhren zum System verbunden und zusammen gewogen, zur Absorption der $CO_2$. Der Kohlensäuregehalt der im Moment des Versuchsschlusses rückständigen Glockenluft wurde mittelst eines zwischen Glocke und Schwefelsäure U-Röhren eingeschalteten 0,9 Mètre langen graduirten und quecksilbergefüllten Eudiometerrohrs

durch Oeffnen des obern Stahlhahns und Verdrängen des in die Quecksilberwanne abfliessenden Quecksilbers durch Glockenluft mit grösstmöglichster Präcision volumetrisch bestimmt und auf Gewicht reducirt zur direct gewogenen $CO_2$ Menge addirt.

Die Harnstoffbestimmungen wurden, nach vorheriger Fällung der Schwefelsäure und Phosphorsäure durch Baryt, nach Liebig's bekannter Methode mittelst titrirter Lösungen von salpetersaurem Quecksilberoxyd bewerkstelligt.

*I. Experiment.* Ein Huhn, welches 896 Gramm wog, brachten wir zu drei verschiedenen Malen und zu verschiedenen Tageszeiten unter die Glocke, um die im normalen Zustande exspirirte Menge an $CO_2$ zu bestimmen. Wir erhielten folgende Resultate:

den 20. Febr. von 9¼ bis 10¼ Uhr Vormittags . . 2,0575 Grm.
„ 22. „ „ 6½ „ 7½ „ Abends . . . . 2,1168 „
„ 24. „ „ 11 „ 12 „ Mittags . . . . 2,0391 „.

Wir injicirten nun am 24. Febr. eine Lösung von 0,018 Grm. $AsO_3$ vermittelst eines elastischen Catheters in den Kropf des Thieres und brachten es eine halbe Stunde darauf unter die Glocke. Die gewonnene Menge an $CO_2$ betrug 1,8760 Gramm. Der Unterschied von der normalen Quantität war also nicht bedeutend; auch schien das Thier durch diese Dosis von $AsO_3$ keineswegs afficirt zu sein. Wir injicirten daher am folgenden Tage den 27. Febr. 0,027 Gramm und nun trat die Verminderung in bedeutenderem Grade ein. Die exhalirte Menge an $CO_2$ betrug nur 1,3550 Gramm. Zugleich schien das Allgemeinbefinden des Thieres bedeutend gestört zu sein. Ein paar Stunden nach der Injection stellte sich eine profuse Diarrhöe ein, wobei grasgrün-gefärbte dünnflüssige Excremente entleert wurden. Die Respiration war beschleunigt, das Thier nahm viel Wasser zu sich und zitterte am ganzen Körper. Am folgenden Tage den 28. Febr. hatten diese Erscheinungen abgenommen und wir injicirten 0,035 Grm. $AsO_3$. Eine Stunde nach der Injection war die Quantität an $CO_2$ 1,2975 Gramm, und zwei Stunden darauf, wo wir das Thier zum zweiten Male unter die Glocke brachten, 1,2962 Grm. Am folgenden Tage war das Thier todt. Bei der Section ergab sich eine bedeutende Injection der Mesenterialgefässe. Die Schleim-

haut des Magens und des übrigen Tractus intestinalis, besonders in seinem oberen Theile, war stark geröthet und mit Ekchymosen bedeckt. Das Blut in den Venen und im Herzen befand sich durchweg im flüssigen Zustande. Das Thier und seine Umhüllungen waren mässig injicirt.

*II. Experiment.* Die normale in einer Stunde exspirirte Quantität an $CO_2$ bei einem Huhn, dessen Gewicht 910 Gramm betrug, fanden wir zu drei verschiedenen Tageszeiten:

den 3. März 20 Min. über 10 bis 20 Min. über 11 Uhr 2,0788,
„ 4. „ von 4 bis 5 Uhr Nachmittags . . . . . 2,1100,
„ 6. „ von 12 bis 1 Uhr Mittags . . . . . 2,0675.

Den 8. März eine Injection von 0,032 Gramm $AsO_3$ gemacht, und eine Stunde darauf die Menge der exspirirten $CO_2$ bestimmt, betrug sie 1,7491 Gramm. Die Verminderung war also hier nicht so bedeutend, wie bei dem ersten Versuche, was wohl daher rühren mochte, dass der Respirationsversuch zu früh angestellt worden war, bevor die ganze Dosis von $AsO_3$ resorbirt worden war. — Was die Wirkung der $AsO_3$ anlangt, so äusserte sie sich in diesem Falle ebenso, wie bei dem zuerst beschriebenen Experimente, nämlich durch flüssige grüngefärbte Excremente, beschleunigte Respiration, heftiges Zittern, lebhaften Durst. Der Tod erfolgte ungefähr 10 Stunden nach der Injection. Die durch die Section gelieferten Resultate waren dieselben, wie in dem vorhergehenden Falle, wenn gleich nicht so deutlich ausgeprägt.

*III. Experiment.* Ein Huhn, dessen Gewicht 1400 Grm. betrug, lieferte zu zwei verschiedenen Malen unter die Glocke gebracht, folgende Mengen an $CO_2$ für eine Stunde:

den 10. März von 9 bis 10 Uhr Morgens . . . . 2,3526,
„ 11. „ „ 5½ „ 6½ „ Nachmittags . . 2,3936.

Am 13. März um 8 Uhr Morgens injicirten wir dem Thiere auf die früher angegebene Weise 0,035 Grm. $AsO_3$ und brachten es 1½ Stunde darauf unter die Glocke. Die Menge der gewonnenen $CO_2$ betrug 1,9167 Grm. Am Abend desselben Tages stellten wir einen zweiten Respirationsversuch an, wobei sich eine viel bedeutendere Verminderung an $CO_2$ ergab, indem die Quantität derselben

nur 1,3737 Grm. betrug. Die schon früher angeführten Symptome der Arsenikvergiftung hatten sich einige Stunden nach der Injection eingestellt, und dauerten auch noch am folgenden Tage fort. Am dritten Tage, den 15. März, zeigten die Excremente eine festere Beschaffenheit, der Durst war geringer geworden, das Thier fing an, einige Nahrung zu sich zu nehmen. Wir brachten es jetzt unter die Glocke, worin es von 11¼ bis 12¼ Uhr blieb. Die Menge der exhalirten $CO_2$ betrug 2,0918 und war am folgenden Tage, den 16. März, wo wir den Versuch am Nachmittage von 3 bis 4 Uhr anstellten, noch bedeutender, nämlich 2,1115 Gramm. Am fünften Tage nach der Injection war die Menge der exhalirten $CO_2$ zur Norm zurückgekehrt und betrug 2,3763 Gramm. Am folgenden Tage, den 18. März, machten wir eine Injection von derselben Dosis, wie das erste Mal und brachten das Thier einige Stunden später unter die Glocke. Es war jetzt die $CO_2$menge auf 1,2707 Gramm gefallen. Trotz dieser bedeutenden Dosen der $AsO_3$ und den hierdurch hervorgerufenen heftigen Erscheinungen erholte sich das Thier nach einigen Tagen vollkommen und wir beschlossen, von weiteren Experimenten abzustehen, um so mehr, als wir in Bezug auf die gewünschten Resultate unseren Zweck vollkommen erreicht hatten. —

*IV. Experiment.* Die Respirationsgrösse einer Taube, die 440 Gramm wog, war folgende:

den 20. März von 9—10 Uhr Morgens . . . 1,0126 Grm.
„ 22. „ „ 10½—11½ Uhr „ . . . 1,0142 „
„ 23. „ „ 5—6 Uhr Nachmittags . . 1,0295 „.

Am 24. März um 9½ Uhr injicirten wir 0,015 Grm. $AsO_3$ und brachten das Thier ½ Stunde darauf unter die Glocke. Jedoch kurz vor dem Versuch gab es einen Theil der injicirten Flüssigkeit von sich. Zwar trat auch hier eine Verminderung an $CO_2$ ein; der Unterschied von der normalen Menge war jedoch nicht bedeutend, nämlich 0,8116 Gramm. Am folgenden Tage, den 25. März, wiederholten wir die Injection, jedoch auch dieses Mal wurde ein Theil der Flüssigkeit entleert, und die Menge der exspirirten $CO_2$ betrug 0,7850 Gramm, war also auch nach der zweiten Dosis von $AsO_3$

nicht bedeutend gefallen. Dieser Umstand nöthigte uns, unsere Versuche einzustellen, da in jedem Falle nur ein sehr kleiner Theil von $AsO_3$ zur Wirkung gelangen konnte.

*V. Experiment.* Wir stellten dasselbe an einer Katze an, deren Gewicht 2,610 Kilogramm betrug. Sie lieferte in einer Stunde bei einer Fleischfütterung von 130 Grm. täglich folgende Mengen an $CO_2$:

den 26. März von 3¼—4¼ Uhr Nachmittags 3,0835 Grm.
„ 28. „ „ 5½—6½ „ „ 3,0884 „
„ 29. „ „ 10—11 „ „ 3,0763 „.

Am 1. April machten wir um 10½ Uhr Vormittags, ungefähr 2 Stunden nach der Fütterung, eine Injection von 0,025 Grm. $AsO_3$ in die Jugularvene. Eine halbe Stunde nach der Operation, die ohne Störung verlaufen war, und wobei das Thier nur ein paar Tropfen Blut verloren hatte, stellten wir einen Respirationsversuch an. Die gewonnene Menge an $CO_2$ betrug 2,3011 Grm. Gleich nach der Operation zeigte sich eine bedeutende Vermehrung der Athemfrequenz, zugleich traten heftige Würgbewegungen auf, die aber Nichts von der genossenen Nahrung zu Tage förderten; sie hörten auch bald wieder auf. Zwei Stunden nach der Injection stellte sich ein eigenthümlicher Zustand von Somnolenz ein, wobei alle Bewegungen unsicher wurden. Besonders auffallend war die Schwäche der hinteren Extremitäten, so dass das Thier sich vergebens auf den Beinen zu erhalten versuchte. Bald darauf konnte keine Bewegung ausgeführt werden, und die früher beschleunigte Respiration wurde langsam und mühsam. Der Tod erfolgte 8 Stunden nach der Injection. Da das Thier so kurze Zeit gelebt hatte, konnten wir in diesem Falle nicht beobachten, welchen Einfluss die $AsO_3$ auf die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs ausübte. — Bei der Section fand sich eine bedeutende Hyperämie des grossen und kleinen Hirnes, sowie auch der Hirnhäute. Die Venen, welche wir von der Injectionsstelle bis zum Herzen verfolgten, strotzten von schwärzlichem dünnflüssigem Blute. Dieses erfüllte auch beide Herzhälften. Ein Fibrincoagulum war weder in den grossen Gefässen noch im Herzen anzutreffen.

*VI. Experiment.* Die Menge der exspirirten $CO_2$ bei einer Katze,

deren Gewicht 2,380 Kilogr. betrug und täglich 120 Grm. Fleisch erhielt, war in drei Versuchen folgende:

den 3. April von $9^3/_4$—$10^3/_4$ Uhr Vormittags, gleich nach der Fütterung, . . . . . 2,9191 Grm.
„ 4. April von 12—1 Uhr Mittags . . . . . 2,9413 „
„ 6. „ „ $4^1/_2$—$5^1/_2$ „ Nachmittags . . . 2,9269 „.

Die 6 Tage hindurch beobachtete Menge an Harnstoff betrug:

| Dat. | Harnmenge. | %-Gehalt an Harnstoff. | Absolute Harnstoffmenge. |
|---|---|---|---|
| April | | | |
| 3 | 170 Cc. | 8,6 % | 14,76 Grm. |
| 4 | 70 „ | 9,9 „ | 6,92 „ |
| 5 | 95 „ | 9,6 „ | 9,12 „ |
| 6 | 120 „ | 8,6 „ | 10,32 „ |
| 7 | 85 „ | 9,9 „ | 8,41 „ |
| 8 | 100 „ | 9,6 „ | 9,60 „. |

Am 9. April um $10^1/_4$ Uhr Morgens machten wir eine Injection von 9,010 Gramm $AsO_3$ in die Jugularvene und bestimmten 45 Min. nach der Injection die Menge der ausgeschiedenen $CO_2$. Sie betrug 1,9880 Grm. Die Respirationsgrösse am folgenden Tage nach der Injection war 1,9982 und am dritten Tage 2,0534 Gramm. Die Menge des in diesen drei Tagen ausgeschiedenen Harnstoffs betrug:

| Dat. | Harnmenge. | %-Gehalt an Harnstoff. | Absolute Harnstoffmenge. |
|---|---|---|---|
| April | | | |
| 10 | 60 Cc. | 6,6 % | 3,96 Grm. |
| 11 | 37 „ | 7,0 „ | 2,59 „ |
| 12 | 65 „ | 6,6 „ | 4,29 „. |

Was die Symptome anlangt, so trat gleich nach der Injection ein heftiges Erbrechen ein, welches sich mehrmals wiederholte, am folgenden Tage aber nicht mehr stattfand. Auch eine Beschleunigung der Athemfrequenz wurde beobachtet, dagegen waren die Lähmungserscheinungen nicht vorhanden. Am dritten Tage nach der

Injection hatte sich das Thier soweit erholt, dass es einige Nahrung zu sich nahm.

Am 13. April 11 Uhr Vormittags injicirten wir 0,015 Gramm $AsO_3$ in die Jugularvene der anderen Seite und brachten das Thier um $11^1/_2$ Uhr, also eine halbe Stunde darauf unter die Glocke. Die Menge der exspirirten $CO_2$ betrug 1,9489 Gramm. Jetzt traten auch dieselben Erscheinungen ein, wie in dem vorhergehenden Falle. Heftige Würgbewegungen, die bald nachliessen, beschleunigtes, später verlangsamtes und erschwertes Athmen, Lähmung der hinteren Extremitäten. Der Tod erfolgte ungefähr 6 Stunden nach der Injection. — Die Section lieferte dieselben Resultate, wie wir sie in dem vorhergehenden Falle angegeben haben. —

*VII. Experiment.* Die Respirationsgrösse einer Katze, die 2,563 Kilogramm wog, betrug, an drei verschiedenen Tagen und zu drei verschiedenen Tageszeiten unter die Glocke gebracht, bei einer Fleischfütterung von 130 Gramm täglich:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| den | 14. April | von | $10^1/_2$—$11^1/_2$ | Uhr | Vormittags | 3,3016 Grm. |
| „ | 16. „ | „ | 4—5 | „ | Nachmittags | 3,3170 „ |
| „ | 17. „ | „ | $12^3/_4$—$1^3/_4$ | „ | Mittags | 3,3021 „. |

Wir entzogen nun dem Thiere drei Tage hindurch jede Nahrung, um zu ermitteln, um wie viel die Menge der exhalirten $CO_2$ sich in den ersten Inanitionstagen verringern würde. Fiel dieselbe auch am vierten Inanitionstage nach der Injection von $AsO_3$, so konnte dieses nur der Einwirkung dieser Substanz zugeschrieben werden, da sich nach den Untersuchungen, die in Dorpat angestellt worden sind [1]), herausgestellt hat, dass die tägliche Respirationsgrösse bei hungernden Thieren und in den ersten 48 Stunden eine Verminderung erleidet, später aber trotz des Sinkens des Körpergewichts bis zum 16. Tage constant bleibt. Die Resultate waren folgende:

---

[1]) Dr. F. Bidder und Dr. C. Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig, pag. 311.

am ersten Inanitionstage, den 18. April, $25^3/_4$—$26^3/_4$ Stunden nach der letzten Fütterung 2,4505 Gramm,

am zweiten Inanitionstage, den 19. April, $49^1/_4$—$50^1/_4$ Stunden nach der Fütterung 2,2302 Gramm,

am dritten Inanitionstage, den 20. April, 70—71 Stunden nach der Fütterung 2,2380 Gramm.

Am 21. April wurde dem Thier um $10^3/_4$ Uhr Vormittags eine Injection von 0,018 Gramm arseniger Säure in die Jugularvene gemacht und 25 Min. nach 11 Uhr etwa $^1/_2$ Stunde darauf ein Respirationsversuch angestellt. Die Menge an $CO_2$ betrug jetzt nur 1,9016 Gramm. — Was die Symptome anlangt, so traten gleich nach der Injection ein heftiges Erbrechen und eine bedeutende Beschleunigung der Athemfrequenz ein. Merkwürdig war auch die Verminderung der Action des Herzens, indem die Zahl der Herzschläge, die im normalen Zustande zwischen 145—155 in der Minute schwankte, auf 90 gefallen war. Die ebengenannten Erscheinungen dauerten bis gegen 3 Uhr Nachmittags fort, wo sich die Symptome der Lähmung einstellten. Das Erbrechen hörte auf, die Respiration wurde mühsam und langsam, während das Herz tumultuarisch agirte, so dass es unmöglich war, die Zahl der Herzschläge zu zählen. Der Tod erfolgte 6 Stunden nach der Injection. — Auch hier fand sich bei der Section eine bedeutende Hyperämie der Centralorgane, in den grösseren Gefässen und im Herzen schwärzliches nicht geronnenes Blut. Die Magenschleimhaut zeigte am Fundus eine schwache Röthe, an den übrigen Theilen des Darmcanals konnte keine pathologische Veränderung entdeckt werden.

*VIII. Experiment.* Wir beobachteten einige Tage hindurch die Respirationsgrösse einer Katze, sowie die in 24 Stunden ausgeschiedene Menge an Harnstoff bei einer Fütterung von 150 Gramm Fleisch täglich und die Verminderung dieser Ausscheidungen während 4 Tagen, wo dem Thiere jede Nahrung entzogen wurde, und es eine genau zugemessene Quantität an Wasser erhielt. Zugleich bestimmten wir während aller dieser Tage das Körpergewicht, um das Verhältniss desselben nach der Einwirkung von $AsO_3$ zu ermitteln. Die Resultate haben wir der besseren Uebersicht wegen in

der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Bemerken müssen wir noch, dass bei derselben die Tagesstunden von Mitternacht zu Mitternacht gezählt worden sind, so dass 0 und 24 Mitternacht, 12 Mittag, 18 6 Uhr Nachmittags bedeutet u. s. w.

**Tab. I.**

| Datum | Tagesstunde. | Stunden nach der Fütterung. | Aufgenommenes Fleisch. | Aufgenommenes Wasser. | Körpergew. in Kilogramm. | Menge an $CO_2$ in Gramm. | Harnmenge in Cc. | Absolute Menge an Harnstoff in Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| April | | | | | | | | |
| 25 | $10^1/_2$ | — | 150 | — | — | — | — | — |
| | $11^1/_4$—$12^1/_4$ | $1^3/_4$—$2^3/_4$ | — | — | 3,310 | 3,4212 | — | — |
| 26 | 10 | $24^1/_2$ | — | — | — | — | 95 | 9,12 |
| | 11 | — | 150 | — | — | — | — | — |
| | $12^1/_2$—$13^1/_2$ | $1^1/_2$ | — | — | 3,346 | 3,4309 | — | — |
| 27 | 9 | 22 | — | — | — | — | 80 | 9,60 |
| | $9^1/_2$ | — | 150 | — | — | — | — | — |
| | $16^1/_4$—$17^1/_4$ | $6^3/_4$—$7^3/_4$ | — | — | 3,322 | 3,4863 | — | — |
| 28 | $9^3/_4$ | $24^3/_4$ | — | — | — | — | 93 | 8,63 |
| | 10 | — | 150 | — | — | — | — | — |
| | 17—18 | 7—8 | — | — | 3,312 | 3,4657 | — | — |
| 29 | $15^1/_2$ | $29^1/_2$ | — | — | — | — | 140 | 16,36 |
| | 16 | — | 150 | — | — | — | — | — |
| | $16^1/_4$—$17^1/_4$ | $^1/_4$ | — | — | 3,416 | 3,4538 | — | — |
| 30 | 10 | 18 | — | — | — | — | 59 | 7,08 |
| | $16^3/_4$—$17^3/_4$ | $24^3/_4$—$25^3/_4$ | — | — | 3,300 | 2,7558 | — | — |
| Mai | | | | | | | | |
| 1 | $9^1/_2$ | 41 | — | 181,0 | — | — | 52 | 5,20 |
| | $10^1/_4$—$11^1/_4$ | $41^3/_4$—$42^3/_4$ | — | — | 3,260 | 2,7491 | — | — |
| 2 | 11 | $66^1/_2$ | — | 54,3 | — | — | 44 | 3,08 |
| | $11^1/_2$—$12^1/_2$ | 67—68 | — | — | 3,152 | 2,5061 | — | — |
| 3 | $8^3/_4$ | $88^1/_4$ | — | 29,5 | — | — | 40 | 3,04 |
| | 14—15 | $93^1/_2$—$94^1/_2$ | — | — | 3,019 | 2,5410 | — | — |

Am 4. Mai injicirten wir 0,005 Gramm $AsO_3$ in die Jugularvene und fütterten darauf das Thier mit der früher angegebenen

Menge von Fleisch, welche auch mit grossem Appetit verzehrt wurde. Wir hatten dabei die Absicht, zu ermitteln, ob trotz der eingenommenen Nahrung die Quantität der exspirirten $CO_2$ und des ausgeschiedenen Harnstoffs unter die an den vorangegangenen Inanitionstagen beobachtete fallen, das Körpergewicht dagegen rasch steigen würde. Das Experiment hatte insofern nicht den erwünschten Erfolg, als 4 Stunden nach der Injection ein dreimaliges Erbrechen eintrat, wodurch unverdaute Fleichstücke entleert wurden, deren Gewicht 126 Gramm betrug. Es waren also nur 24 Gramm zurückgeblieben. Am folgenden Tage (5. Mai) weigerte sich das Thier, einige Nahrung zu sich zu nehmen, während es sich am 3. Tage nach der Injection (6. Mai) vollkommen wohl zu fühlen schien und das dargereichte Fleisch begierig verzehrte. Auch in diesem Falle wurde eine Verminderung der Herzaction beobachtet, indem die Zahl der Herzschläge von 120 in der Minute auf 92 sank. — Durch die nachstehende Tabelle haben wir das Verhältniss des Körpergewichts zu der exspirirten $CO_2$ und der in 24 Stunden ausgeschiedenen Harnstoffmenge zu veranschaulichen gesucht.

Tab. II.

| Datum. | Tages-stunde. | Stunden nach der Injection. | Stunden nach der Fütterung. | Aufgenommenes Fleisch. | Körpergew. in Kilogr. | $CO_2$-Menge in Gramm. | Harnmenge in Cc. | Harnstoff in Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai | | Eine Stunde vor der Injection. | | Grm. | | | | |
| 4 | 9½ | | 113 | 24 | — | — | 49 | 3,43 |
| | 11¼ | ¾ | — | — | — | — | — | — |
| | 16½—17½ | 6—7 | 5¼—6¼ | — | 2,880 | 2,2915 | — | — |
| 5 | 8 | 21½ | 20¼ | — | 2,900 | — | 89 | 5,43 |
| | 15¼—16¼ | 28¾—29¾ | 27½—28½ | — | — | 2,2452 | — | — |
| 6 | 9¼ | 46¾ | 45½ | — | 2,900 | — | 34 | 2,72 |
| | 9¾ | 47¼ | — | 150 | — | — | — | — |
| 7 | 9 | 70½ | 23¼ | — | 2,970 | — | 60 | 6,60 |
| | 9¾ | 71¼ | — | 150 | — | — | — | — |
| | 10¼—11¼ | 71¾—72¾ | ½—½ | — | — | 2,5882 | — | — |
| 8 | 10½ | 96 | 24¾ | — | 2,993 | — | 90 | 11,60 |
| | 10¾ | 96¼ | — | 150 | — | — | — | — |
| | 12¼—13¼ | 97¾—98¾ | 1½ | — | — | 2,9597 | — | — |
| 9 | 11 | 120½ | 24¼ | — | 3,010 | — | 120 | 9,70 |
| | 11½ | 121 | — | 150 | — | — | — | — |
| | 18¼—19¼ | 126¾—127¾ | 6¾—7¾ | — | — | 2,9995 | — | — |
| 10 | 11¼ | 144¾ | 23¾ | — | 3,022 | — | 124 | 15,62 |
| | 11½ | 145 | — | 150 | — | — | — | — |
| | 15—16 | 148½—149½ | 3½—4½ | — | — | 3,0114 | — | — |

Aus dieser tabellarischen Uebersicht ergiebt sich also, dass trotz der, wenn auch geringen, Quantität an Nahrung, die das Thier nach der Injection bei sich behalten hatte, die Menge der exspirirten $CO_2$ um ein Bedeutendes gesunken, das Körpergewicht dagegen, wie sich aus der am Tage darauf angestellten Wägung herausstellte, gestiegen war, und bis zum dritten Tage nach der Injection, wo das Thier jede Nahrung zurückwies, keine Verminderung erlitt. Diese Erscheinung fällt um so mehr in die Augen, da, wie aus Tabelle I erhellt, in der früheren Inanitionsperiode ein 24stündiges Fasten genügte, um einen sehr bemerkbaren Schwund der Körpersubstanz hervorzurufen. Auffallend ist auch der Umstand, dass die Menge

des Harnstoffs erst 46 Stunden nach der Injection ihr Minimum erreichte, um darauf rasch zugleich mit der allmäligen Zunahme des Körpergewichts und der $CO_2$ zur normalen Höhe zu steigen. Wir injicirten nun am 19. Mai in die Jugularvene der anderen Seite 0,009 Gramm $AsO_3$. Auffallende Symptome folgten nicht der Operation, ausgenommen eine Beschleunigung der Respiration und eine Verlangsamung der Herzaction, indem die Herzschläge von 120—125 auf 90—85 in der Minute sanken. Erbrechen trat nicht ein. Wir entzogen nun dem Thiere in den folgenden Tagen jede Nahrung, um zu beobachten, ob die bei der vorhergehenden Injection gemachte Erfahrung, dass das Körpergewicht trotz der Inanition keine Verminderung erleide, auch in diesem Falle ihre Bestätigung finden würde. Die Resultate waren folgende:

**Tab. III.**

| Datum. | Tagesstunde. | Stunden nach der Injection. | Stunden nach der Fütterung. | Aufgenommenes Wasser. | Körpergew. in Kilogr. | $CO_2$menge in Gramm. | Harnmenge in Cc. | Harnstoff in Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai | | Zwei Stunden vor der | | | | | | |
| 11 | $9^1/_4$ | Injection. | $21^3/_4$ | — | 2,900 | — | — | — |
| | 13—14 | $1^3/_4$—$2^3/_4$ | $25^1/_2$—$26^1/_2$ | — | — | 1,9563 | — | — |
| 12 | $10^1/_4$ | 23 | $46^3/_4$ | 150,0 | — | — | 60 | 6,60 |
| | 16—17 | $28^3/_4$—$29^3/_4$ | $52^3/_4$—$53^3/_4$ | — | 2,900 | 2,0618 | — | — |
| 13 | $9^1/_4$ | 46 | $69^3/_4$ | — | 2,922 | — | — | — |
| | 11 | $47^3/_4$ | $72^1/_2$ | — | — | — | 13 | 1,31 |
| | $12^3/_4$—$13^3/_4$ | $49^1/_2$—$50^1/_2$ | $74^1/_4$—$75^1/_4$ | 71,3 | — | 1,9450 | — | — |
| 14 | 12 | $72^3/_4$ | $97^1/_2$ | 43,5 | — | — | 60 | 2,67 |
| | $13^3/_4$—$14^3/_4$ | $74^1/_2$—$75^1/_2$ | $98^1/_4$—$99^1/_4$ | — | 2,885 | 1,5772 | — | — |
| 15 | 10 | $94^3/_4$ | $119^1/_2$ | 33,1 | — | — | 36 | 2,74 |
| | $10^3/_4$—$11^3/_4$ | $95^1/_2$—$96^1/_2$ | $120^3/_4$—$121^3/_4$ | — | 2,740 | 1,7183 | — | — |
| 16 | $9^1/_4$ | 118 | $142^3/_4$ | 35,0 | 2,700 | — | 33 | 2,64 |

Nach dieser sechstägigen Beobachtung schlossen wir diese letzte Versuchsreihe, da wir aus dem raschen Schwund der Körpersubstanz

und aus den stets constanten Mengen an $CO_2$ und Harnstoff entnahmen, dass das normale Verhältniss zwischen dem Körpergewicht und den genannten Ausscheidungen, wie sie bei gesunden Thieren beobachtet wird, eingetreten und somit aller Arsenik aus dem Körper ausgeschieden sei. — Um uns aber auch durch die chemische Analyse von der Abwesenheit der $AsO_3$ zu überzeugen, tödteten wir das Thier am siebenten Tage nach der Injection und untersuchten die Leber und das Blut. Wir schlugen hierbei folgendes Verfahren ein: Die Leber und das geronnene Blut wurden gesondert, mit destillirtem Wasser zu einem dünnflüssigen Brei zerrieben, demselben etwas Salzsäure und ein paar Crystalle chlorsaures Kali hinzugesetzt. Beide Portionen wurden im Dampfbade erwärmt und darauf filtrirt. Das Filtrat, welches etwa 175 Cc. betragen mochte, wurde auf ein Volumen von 25 Cc. abgedampft und in die auf diese Weise concentrirte ganz klare Flüssigkeit sechs Stunden lang ein Strom von Schwefelwasserstoffgas hineingeleitet. Es trat ein bedeutender Niederschlag ein, der sich jedoch, mit siedendem Alcohol behandelt, vollkommen löste. Hierdurch war also der Beweis geliefert, dass in der Flüssigkeit keine Spur einer Arsenikverbindung vorhanden war, und somit wurde auch der a priori gestellte Schluss in Bezug auf die Abwesenheit von $AsO_3$ im Körper des Thieres bestätigt. — Die Trübung rührte wahrscheinlich von Gallenbestandtheilen her, die sich nach dem Erkalten ausgeschieden hatten.

Sowohl aus den beiden letzten Beobachtungen, wie auch aus dem Experiment III, wo am fünften Tage nach der Einführung von $AsO_3$ in den Körper, die Respirationsgrösse ihre normale Höhe erreicht hatte, ergiebt sich, dass das Gift rasch aus dem Organismus ausgeschieden wird.

---

*Arsenige Säure in den Kreislauf gebracht, veranlasst demnach eine bedeutende Verminderung des Stoffwechsels.* Sie beträgt 20 bis 40 pCt., erfolgt schon nach sehr kleinen Gaben, und zwar rascher, wenn die Säure direct in die Venen gespritzt, langsamer, jedoch nicht minder intensiv, wenn die Aufnahme durch Resorption

im Darmrohr stattfindet. Sie ist bei Hühnern, die nach der Injection weder erbrechen, noch das gewohnte Futter zurückweisen, am eclatantesten, beträgt jedoch selbst bei Katzen, die hinterher leicht erbrechen und als hungernd zu betrachten sind, nach Elimination der durch blosse Inanition bewirkten Verringerung noch circa 20 pCt. Diese Thatsache erklärt das Fettwerden der Pferde nach kleinen Gaben arseniger Säure, eine den Rosstäuschern bekannte Erscheinung, in befriedigender Weise. Die der Kohlensäure- und Harnstoff-Depression äquivalente Fett- und Eiweissmenge bleibt im Körper und vermehrt bei hinreichender Nahrungsmenge das Gewicht desselben.

Bei grössern Gaben von arseniger Säure treten Nervenerscheinungen auf, die sich in zwei Symptomgruppen sondern lassen: die der Spinalirritation und der Lähmung. Zu ersterer gehört das Erbrechen, die beschleunigte Respiration, der verlangsamte Herzschlag, zu letzterer die Somnolenz, Muskelschwäche und das verlangsamte und mühsame Athmen. Beide lassen sich aus der bedeutenden Hyperämie der Centralorgane herleiten, die constant bei der Section nachweisbar war.

# XVI.

## Ueber die Gefühllosigkeit des Rückenmarkes für fremde Einflüsse.

Von I. van Deen.

Schon im Jahre 1841 habe ich durch Versuche vollkommen bewiesen, dass das Rückenmark ganz gefühllos ist; dass man es durchscheiden kann, ohne dass das Thier (die Versuche wurden an Fröschen gemacht) den geringsten Schmerz dabei fühlt; ja, dass selbst Experimente an Thieren, welche mit Strychnin vergiftet waren, dieselben Resultate gaben (cf. van der Hoeven's en de Vriese's Tydschrift *voor natuurlyke geschiedenis en Physiologie*, Dl. XI, Stuk I, und insbesondere Heije's *Archief voor Geneeskunde*, Deel II, S. 414; Froriep's *Neue Notizen*, Band XXV, S. 323—327; wie auch Oppenheim's *Zeitschrift f. d. ges. Medicin*, 1843, T. XXII).

Obschon ich von der Wahrheit des hier Mitgetheilten ganz überzeugt war, und die Versuche, wodurch sie unzweifelhaft an den Tag gelegt wurde, nicht allein bei meinen Vorlesungen, sondern auch sowohl in früheren, wie in späteren Jahren in der Gegenwart von verschiedenen Gelehrten [1]) wiederholt wurden, konnte diese

[1]) Schon im September 1841 habe ich die Versuche über diesen Gegenstand gemacht, in Gegenwart meines Freundes, Professor Bendz aus Copenhagen, der mich damals in Zwolle besuchte. Später habe ich sie oft in Gegenwart sowohl von holländischen als deutschen Gelehrten wiederholt.

Wahrheit doch nirgends Eingang finden; ja, die Resultate wurden selbst, ohne dass man durch eigene Untersuchung im Stande war, darüber zu urtheilen, von verschiedenen Seiten in Zweifel gezogen [1]).

In dem vortrefflichen Handbuche der Physiologie von Schiff, vor einigen Monaten erschienen, findet man einen Versuch erwähnt, welcher beweist, dass man jetzt endlich auf dem Wege ist, diese Thatsache zu erkennen. Schiff sagt nämlich S. 238: dass es ihm oft gelungen ist, die Hinterstränge des Rückenmarkes eines lebenden wachenden Kaninchens zwischen zwei Nervenwurzeln quer zu durchschneiden, ohne irgend Zeichen von Schmerz zu erregen, und fügt hinzu, dass ich ihm mitgetheilt hätte, dass mir manchmal dasselbe an Fröschen, selbst an mit Strychnin vergifteten, gelungen sei.

Dieser Bericht von Schiff beruht auf einem Missverständniss; ich habe mich vielleicht nicht deutlich genug ausgedrückt, als ich mit ihm über diese Sache sprach (bei meinem Aufenthalte in Bern im vorigen Jahre), denn meine Erfahrung erstreckt sich nicht allein auf die Hinterstränge des Rückenmarkes, sondern *auf das ganze Rückenmark*. Und diese Resultate wurden nicht manchmal erlangt, sondern *immer*, wenn der Versuch gut gemacht war; alles, so wie es in den oben citirten Abhandlungen von mir publicirt wurde [2]). Ausserdem habe ich darin bewiesen, dass kein mechanischer Reiz auf das Rückenmark selbst angebracht, wenn dieser mit Vorsicht

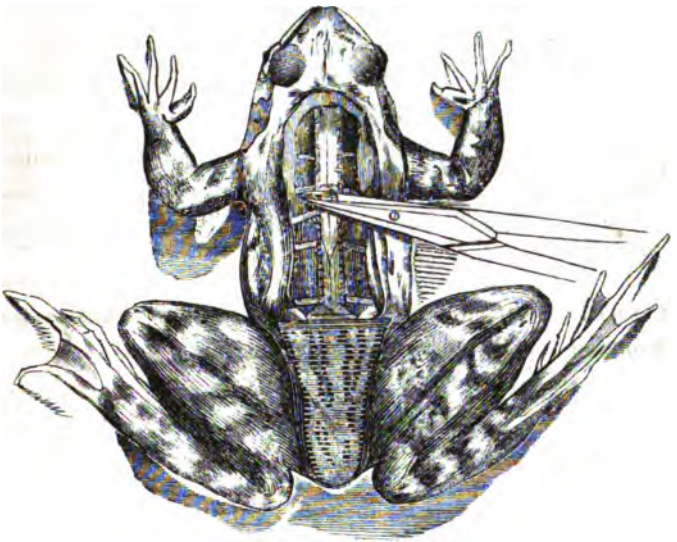
---

[1]) Wie von Th. L. W. H. Bischoff in seinem Berichte *über die Fortschritte der Physiologie* im Jahre 1843, in Müller's *Archiv*, Jahrgang 1844, S. 122. Es heisst dort: „Dieses Resultat scheint mir unerklärlich, selbst wenn ich an keine „mechanische Fortpflanzung eines Reizes als solchen glaube, es sei denn, dass „daraus hervorgeht, dass nicht gerade die heftigsten Reize diejenigen sind, welche „die Reaction eines Nerven am intensivesten erregen." Aus diesem Urtheile Bischoff's geht hervor, dass er die Wirkung eines Reizes, an dem Rückenmark angebracht, damals gleichstellte mit dem auf die Nerven, und dabei zu glauben scheint, dass auch ich dies that.

[2]) In einem Briefe, den ich voriges Spätjahr von Schiff empfing, schrieb er mir, dass er später durch das Lesen meiner oben citirten Abhandlungen gesehen hat, mit welcher Bestimmtheit ich schon vor achtzehn Jahren die Gefühllosigkeit des Rückenmarkes erkannt habe.

ohne Erschütterung (Commotio) angewendet wurde, sich auf die Bewegungsnerven fortpflanzt; — so dass man das Rückenmark durchschneiden kann, ohne dass das Thier den geringsten Schmerz davon fühlt, und ohne dass die geringste Bewegung wahrzunehmen ist.

Um diesen Versuch anschaulich zu machen, füge ich einen Holzschnitt hier bei.



Man sieht hier, wie der unterste Theil von dem Rückenmark, welches einige M. M. unter dem Ursprung der Nerven für die Vorderpfoten durchschnitten ist, zwischen den zwei Schneideflächen der Scheere liegt. Durchschneidet man nun vorsichtig das Rückenmark, so entsteht nicht die geringste Bewegung in den Hinterpfoten, und auch kein Zeichen von Schmerz. Ueber das letztere, die Gefühllosigkeit, darf man sich nicht wundern, da die Durchschneidung statt-

findet an dem Theil des Rückenmarkes, das mit den fühlenden Theilen der Medulla oblongata und des Gehirns nicht mehr in Verbindung steht. Das Bemerkenswertheste dieses Experiments dagegen ist, dass beim Durchschneiden in den Hinterpfoten keine Bewegung entsteht, obgleich die Bewegungs- sowohl als die Gefühlsnerven mit ihren respectiven peripherischen Theilen und dem Rückenmark in normaler Verbindung geblieben sind und von ihrer Energie nichts verloren haben, so dass beim geringsten Reiz der Hinterpfoten Reflexbewegungen in diesen entstehen.

Wird der andere, der vordere Theil des durchschnittenen Rückenmarkes — nämlich das Unterende davon (siehe obenstehende Figur) zwischen die Scheere gebracht und diese hinreichend entfernt von den Nerven gehalten (hier die Nerven der Vorderpfoten) und darnach die Scheere vorsichtig zugedrückt, dann wird das Thier unbeweglich liegen bleiben, ohne das mindeste Zeichen von Schmerz zu geben, ohne einige Bewegung weder mit den Vorderpfoten, mit dem Kopfe oder den Augen zu machen.

Aus diesen Experimenten habe ich damals Schlüsse gezogen, die ich wörtlich hier wiedergebe, nämlich:

1) Dass die hinteren Nervenwurzeln ihr Gefühl nicht erhalten können aus ihrer Verbindung mit der hinteren grauen Rückenmarkssubstanz;

2) dass die hinteren Stränge nicht empfindlich sind;

3) dass man von keinem Theile des Rückenmarkes sagen kann, er sei empfindlich, oder mit andern Worten, dass kein mechanischer, örtlicher Reiz, dem Rückenmarke mitgetheilt, direct Gefühl oder Schmerz verursachen kann;

4) dass kein mechanischer Reiz, dem Rückenmarke zugefügt, *unmittelbar* auf die Bewegungsnerven wirken kann, wenn dieser Reiz sich nicht auf die Bewegungsnerven erstreckt;

5) dass das Rückenmark nur ein Leiter für organische, nicht für mechanische Reize ist;

6) dass die Bewegungs- und Empfindungsnerven in dem Rückenmarke endigen, und nicht — wie man damals glaubte — durch das Rückenmark hindurch bis zum Gehirne laufen [1]).

Von der Wahrheit aller dieser Sätze bin ich bis jetzt eben so überzeugt, wie damals, als ich sie niederschrieb, und indem ich nichts davon zurückzunehmen brauche, will ich sie wieder hier zur Sprache bringen, um die Anerkennung einer bedeutenden physiologischen Thatsache, die endlich Eingang findet, so viel wie möglich zu fördern. Ich will dieses auch darum besonders thun, weil ich jetzt die Gelegenheit habe, einige Versuche mittheilen zu können, die ich später gemacht habe, und die, wie ich meine, nicht unwichtig sind, indem sie unmittelbar in Verbindung stehen mit den früher mitgetheilten Sätzen, und die Gefühllosigkeit des Rückenmarkes auch ersichtlich machen in Bezug auf chemische Reize.

Wie bekannt, sind verschiedene chemische Reize, auf einen mit Muskeln noch verbundenen Nerven angebracht, im Stande, Zusammenziehungen in den Muskeln zu erwecken. Wir erinnern hier an die Versuche von Eckhard und Kölliker [2]).

Bringt man nämlich den Nervus ischiadicus eines frisch getödteten Frosches, indem dieser Nerv noch mit den Hinterpfoten in Verbindung ist, in eine nicht zu schwache Chlornatrium-Lösung, dann entstehen in dieser Pfote Bewegungen von verschiedener Art, wie dieses besonders ersichtlich ist aus den durch Kölliker gemachten Versuchen.

Diese Experimente veranlassten mich, auch *den wirkenden Einfluss des Chlornatriums auf das Rückenmark zu untersuchen.*

Ich schnitt zu diesem Zweck einem Frosch hinter dem Trommelfell den Kopf ab, so dass die Medulla oblongata beim Abschnei-

---

[1]) Dies war der erste gültige Beweis, wie ich meine, welcher zur Zeit geliefert ist für *die Endigung der Nerven in dem Rückenmarke.*

[2]) Cf. C. Eckhard, *die chemische Reizung der motorischen Froschnerven,* in Henle's und Pfeufer's *Zeitschrift für rationelle Medicin,* Neue Folge, II, S. 303, und *Grundzüge der Physiologie des Nervensystems,* Giessen, 1854, S. 82. Kölliker, *über die Vitalität der Nervenröhren der Frösche,* in den Würzburger Verhandl., Bd. VII, S. 145. *Zeitschrift f. w. Zoologie,* B. IX, S. 417.

den des Kopfes zugleich entfernt wurde. Danach schnitt ich alle Theile bis an die Columna vertebralis weg, so dass auch alle Nerven bei ihrem Austreten aus den Foramina intervertebralia weggeschnitten wurden; indem die Nerven, welche den Plexus ischiadicus bilden, unverletzt blieben. — Ich hatte daher ein Präparat, bestehend aus der Columna vertebralis mit dem darin liegenden Rückenmarke, den Nerven für die Hinterpfoten, mit diesen Pfoten und mit dem Rückenmarke noch in Verbindung.

Wenn man nun den Vordertheil dieser Wirbelsäule in eine Lösung von Chlornatrium (z. B. von 10 %) bringt, dann wird keine Bewegung in den Hinterpfoten entstehen, indem diese Bewegung entsteht, wenn man diese Lösung auf die Nerven selbst anwendet, besonders wenn man diese erst durchgeschnitten hat [1]).

Obschon es unzweifelhaft ist, dass bei diesem Versuche das Rückenmark mit der Chlornatrium-Lösung in Berührung kommen muss, habe ich dieses Experiment auch noch auf eine andere Art gemacht, indem ich den oberen Theil des Rückenmarkes entblösste und dieses dann in die Auflösung brachte. Auch hierdurch entstand keine Bewegung.

Indem nun diese Versuche deutlich zeigen, dass das Fortpflanzungsvermögen des Rückenmarkes *für die Bewegung* durch einen chemischen Reiz nicht hervorgerufen wird, habe ich gleichartige Versuche gemacht, um den chemischen Einfluss auf das Fortpflanzungsvermögen des Rückenmarkes *für das Gefühl* kennen zu lernen.

Ich habe nämlich bei einem Frosche den untern Theil des Rückenmarkes blossgelegt, danach das Thier so bereitet, dass davon nur übrig blieb der vordere Körpertheil mit den zwei Vorderpfoten, die Wirbelsäule und das sich darin befindende, von unten blossgelegte Rückenmark; indem alle Nerven (mit Ausnahme derer der Vorderpfoten und der höherliegenden) dicht an der Wirbelsäule weggeschnitten wurden [2]).

---

[1]) Das Neurolemma hält die Einwirkung der Kochsalzlösung längere Zeit zurück; darum ist es zweckmässig, die Schnittfläche selbst in die Lösung zu bringen.

[2]) Siehe den Schluss dieses Aufsatzes.

Bringt man nun den untersten blossgelegten Rückenmarkstheil in eine Chlornatrium-Lösung, dann entsteht in den vordern Körpertheilen nicht das geringste Zeichen von Schmerz oder von einem angewandten Reiz; — dies findet auch nicht Statt, wenn man den hintern Theil des Rückenmarkes in Schwefelsäure oder in andere Säuren bringt.

Um die Gefühllosigkeit des Rückenmarkes noch deutlicher hervortreten zu lassen, kann man das letzterwähnte Experiment auch machen, nachdem man von dem Präparate auch noch den Kopf bis hinter das Trommelfell weggeschnitten hat. Es wird dann durch das Eintauchen des Rückenmarkes in eine der erwähnten Flüssigkeiten keine Reflexbewegung entstehen.

Hieraus folgt deutlich, dass das Rückenmark auch für chemische Reize gefühllos ist, so dass man sagen kann:

1) *dass weder mechanische noch chemische Reize auf das Rückenmark allein angewendet (mit Vermeidung der Nerven, die noch in Verbindung mit den peripherischen Theilen geblieben sind) im Stande sind, die Wirkung des Rückenmarkes zu erwecken;*
2) *dass diese Wirkung allein hervorgerufen wird durch organische Reize, welche das Rückenmark empfängt von dem Willen und den Gefühlsnerven.*

Der erste der genannten Reize, der Wille nämlich, verursacht willkührliche Bewegungen, der zweite dagegen wirkliches Gefühl oder Reflexbewegungen; — (die sogenannten automatischen Bewegungen muss man betrachten als Reflexbewegungen durch einen inneren im Körper selbst entstandenen Reiz).

Man wird vielleicht gegen den hier aufgestellten ersten Satz anführen wollen, dass die Berührung des Rückenmarkes, wie leise auch, Bewegung und Schmerz verursacht, indem auch so viele verschiedene Arzneimittel durch ihre chemische Kraft unzweifelhaft Einfluss auf das Rückenmark ausüben, wie z. B. das Strychnin.

In Bezug auf den ersten Punkt, nämlich dass mechanische Reize einen so starken Einfluss auf das Rückenmark haben, so ist dieses dann nur der Fall, wie ich mehrmals sagte, wenn der Reiz auf die

im Rückenmark endigenden Nerven unmittelbar angebracht wird, und diese Nerven noch mit der Peripherie in natürlicher Verbindung stehen, oder, wenn er mittelbar darauf fortgepflanzt wird, wie bei Erschütterung (Commotio). Eben desshalb habe ich immer darauf aufmerksam gemacht, dass die Durchschneidung des Rückenmarks mit der grösstmöglichen Vorsicht geschehen muss, damit keine Commotion stattfindet.

Was den chemischen Einfluss von einigen Stoffen auf das Rückenmark betrifft, so ist dieser nicht von der Art, dass er die Leitung verursacht, wohl aber, dass er die Leitung, wenn diese erregt ist, wie auch die Wirkung davon, *modificirt*. Wenn man einem Thiere Strychnin giebt, dann erweckt dieses Gift nicht die Wirkung des Rückenmarkes, keinesweges; aber durch die besondere (chemische) Wirkung dieses Mittels werden die Bewegungen, welche durch die Leitung vom Rückenmark auf die Bewegungsnerven zu Stande kommen, tetanisch. Das Strychnin macht das Rückenmark sehr empfindlich, so dass durch den geringsten Reiz Bewegungen hervorgerufen werden, und zwar tetanische, aber es weckt selbst das Rückenmark nicht auf. Dazu wird etwas anderes erfordert, nämlich die organischen Reize für das Rückenmark, die des *Willens* und die der *Gefühlnerven*. Ein Rückenmark, welches diese organischen Reize entbehrt, wird durch Strychnin nicht zum Tetanus angeregt werden [1]).

[1]) Cf. Müller's *Archiv für Anat. u. Phys.*, 1837, p. 231. Stannius legte das Rückenmark eines Frosches von hinten bloss, durchschnitt die hinteren Nervenwurzeln der Hinterpfoten, und schnitt darauf das Rückenmark über dem Ursprung dieser Wurzeln quer durch. Darauf bekam das Thier Strychnin, ohne dass Tetanus in den Hinterpfoten zum Vorschein trat. — Ich bin zur Zeit in meinem *Traité des découvertes sur la Physiologie de la moëlle épinière*, Leide 1841, pag. 122—123, Stannius entgegengetreten, und zwar, weil Stannius meint, dass ohne Gefühlsnerven Tetanus nicht zu Stande kommen kann durch ein mit Strychnin vergiftetes Rückenmark; aber das ist nicht der Fall; denn durch Erschütterungen oder andere mechanische Bewegungen, welche auf die im Rückenmarke endigenden Bewegungswurzeln fortgepflanzt werden, tritt in den Hinterpfoten von Stannius's Präparat in der That Tetanus zum Vorschein. — Auf dem natürlichen Wege aber kann ohne die Gefühlsnerven und ohne den Einfluss des Willens der Tetanus nicht entstehen — wie sehr das Rückenmark auch durch Strychnin vergiftet sei, — und in dieser Beziehung ist der Satz von Stannius sehr richtig, wie ich dieses auch damals erkannt habe.

Ich werde hier einstweilen einen Versuch beschreiben, dessen Resultat von der Art ist, dass man glauben sollte, dass ohne den Einfluss des Willens und der Gefühlsnerven tetanische Bewegungen bei Strychnin-Vergiftungen zu Stande kommen können.

Wenn man nämlich einem Frosch den Kopf hinter den Ohren abschneidet, so dass das Thier keine willkührliche Bewegungen mehr machen kann, und es dann auf den Bauch niederlegt, darauf einige Tropfen Strychnin-Auflösung auf den Rücken bringt (z. B. 2 bis 3 Tropfen einer 1 % haltenden Lösung), das Thier dann ruhig liegen lässt und dafür sorgt, dass nicht die allergeringste Berührung, Erschütterung oder andere Reizung des Thieres stattfindet, dann wird nach Verlauf von etwa einer halben Stunde — während das Thier gar keine Bewegung machte — plötzlich Tetanus zum Vorschein treten; bei welchem es geschehen kann, dass der Frosch sich umdreht und auf den Rücken zu liegen kommt. In dieser Lage bekommt das Thier wiederholt tonische Krämpfe, die einige Secunden anhalten.

Ich habe diesen Versuch sehr oft gemacht, und er ist auch beschrieben in einer Dissertation von Dr. Jest, einem meiner ehemaligen Schüler, welcher die von ihm beschriebenen Versuche unter meiner Leitung gemacht hat [1]).

---

[1]) Dr. J. Jest, *Jets over de werking der Strychnine,* Groningen, 1858, S. 45. In dem Resultate dieses Versuches findet man, wie ich meine, einigermaassen den Schlüssel zur Erklärung *der automatischen Bewegungen.* Es sind nämlich Bewegungen, die sich insofern von den Reflexbewegungen unterscheiden, dass sie nicht, wie diese, zu Stande kommen durch Einflüsse, die auf die peripherischen Enden der Gefühlsnerven des Cerebrospinal-Nervensystems wirken, sondern durch Einflüsse, die erst in dem Blute entstehen müssen, und diess entweder regelmässig, mit mehr oder weniger bestimmten Perioden, sowie bei dem normalen Stoffwechsel — natürliche automatische Bewegungen — oder zufällig, indem fremde Einflüsse die Zusammensetzung des Blutes und den Stoffwechsel darin modificirt haben, sowie bei gewissen *Krämpfen.*

Dass für das Zustandekommen der normalen, für das Leben so nothwendigen automatischen Bewegungen auch gewisse Theile des Nervensystems und der Muskeln besonders eingerichtet und gruppirt sein müssen, bedarf wohl keiner näheren Erwähnung; aber davon allein sind diese automatischen Bewegungen, wie Einige wollen, nicht abhängig; der zur gewissen Höhe gelangte Stoffwechsel im Blute muss den Anstoss dazu geben.

Dass ohne Circulation des Blutes dieser eigentliche *automatische Tetanus* nicht zu Stande kommt, ist schon a priori anzunehmen, und habe ich dieses auch durch Versuche bewiesen. Denn wenn das Herz einem durch Strychnin vergifteten und auf oben gedachte Weise enthaupteten Frosche genommen war, kam der Tetanus nicht anders als durch äussere Reize zum Vorschein. Da nun aber dieser Tetanus auch nicht erweckt wird, wenn die Gefühlsnerven entfernt sind, so kann das Erscheinen des sogenannten automatischen Tetanus nicht anders erklärt werden, als durch den Einfluss des Blutes auf die Centraltheile der Gefühlsnerven, oder durch Reflex von einem durch Strychnin ergriffenen Organe, bei welchem Reflex die Gefühlsnerven natürlich die Hauptrolle spielen. — Hieraus ist ersichtlich, dass bei diesem Zustandekommen des Tetanus die Gefühlsnerven nicht ausser Spiel sind, und nach meiner Meinung sind sie die auch nie bei automatischen Bewegungen, ebensowenig bei denen, welche normal sind und zum Leben gehören, wie bei den abnormen, krankhaften, so wie hier.

Wir wiederholen es daher, dass die Function des Rückenmarkes nur durch den Einfluss des Willens oder durch den der Gefühlsnerven unmittelbar erweckt werden kann, nicht durch andere Einflüsse.

Was hier für das Rückenmark gilt, kann auch in Bezug auf das Gehirn behauptet werden, jedoch hierüber, wie auch über das Leitungs- und Aufweckungsvermögen der Gefühlsnerven werde ich in einem folgenden Aufsatz sprechen, indem ich hier nur daran erinnern will, dass dieses Vermögen entweder vernichtet, oder sehr vermindert und modificirt wird, wenn die Haut, worin die Gefühlsnerven peripherisch endigen, entfernt oder krankhaft angegriffen ist.

## XVII.

# Notiz über die Herleitung physiologischer und pharmakodynamischer Wahrheiten aus coordinirten Beobachtungsreihen.

Von Prof. Radicke aus Bonn.

(Entgegnung auf Aeusserungen, die auf Missverständnissen des vom Verfasser im Roser'schen Archiv veröffentlichten Aufsatzes: „Ueber arithmetische Mittel" beruhen.)

Mein Aufsatz über arithmetische Mittel im Roser'schen Archiv (1858, pag. 145) hat von Seiten mehrerer medicinischen Statistiker Anfechtung erfahren. Es war natürlich, vorauszusetzen, dass Männer, welche sehr mühevolle und zeitraubende Versuche angestellt haben, es ungern sehen mussten, wenn die Bündigkeit des Resultats ihrer Arbeit angezweifelt wurde, zumal wenn der angeregte Zweifel eine mathematische Grundlage hatte; allein ich glaube, dass der Antrieb zu ihrer Opposition zumeist weniger aus diesem Missmuth stammte, als daher, dass sie stutzten, hin und wieder die Bündigkeit ihrer Schlüsse durch die von mir aufgestellte Regel abgeläugnet zu sehen, trotzdem dass sie in der einen ihrer Beobachtungsreihen überwiegend grössere Zahlen erblickten [1]). Man würde an diesem Umstande indess weniger Anstoss genommen haben, wenn man den Sinn der

[1]) Bei H. Beneke scheint allerdings jener Missmuth vorgewaltet zu haben, da er sich in seiner Entgegnung zu falschen, respective unbegründeten Anschuldigungen verstiegen hat, zu deren Abfertigung ich schon vor längerer Zeit eine Replik an das Roser'sche Journal abgesandt habe, deren Abdruck hoffentlich nahe bevorsteht.

Regel vollständiger und vollkommener aufgefasst hätte. Aus Scheu vor mathematisch Deducirtem wurde die Regel selber nicht angegriffen, sondern man wollte nur das Feld ihrer Anwendung einschränken, namentlich ihre Anwendbarkeit gerade auf medicinische Untersuchungen bestreiten. Und um diesen Einspruch zu begründen und sich den vermeintlichen Widerspruch zwischen dem (sogenannten) augenscheinlichen und dem mathematischen Resultat zu erklären, glaubte man bald, dass zur Aufstellung einer mathematischen Regel für den vorliegenden Fall zugleich eine gewisse Summe von Kenntnissen aus der Physiologie gehöre, bald dass ausser der Logik, auf der das Gebäude der Mathematik ruht, noch eine zweite Logik existire (die man Logik der Thatsachen zu nennen beliebt hat).

In Betreff des ersten Grundes fragte man aber gar nicht, ob ich nicht völlig ausreichende Kenntnisse in der Physiologie besitze[1]), denn ebensogut, wie es jetzt Physiologen giebt, die zugleich sehr tüchtige mathematische Kenntnisse haben, kann es auch, und zwar sehr viel leichter Mathematiker geben, die gute physiologische Kenntnisse haben. Aber darauf kommt es gar nicht an. Käme es darauf an, so könnte man mit gleichem Rechte die allgemeine Anwendbarkeit der Regeldetri bestreiten, weil ihr Erfinder unmöglich zugleich in der Physik, Chemie, Forstwissenschaft, in den Kaufmanns- und Banquier-Geschäften, so wie in den tausend anderen Dingen, auf welche man sie anzuwenden pflegt, wird gut Bescheid gewusst haben. In der That hat man für die Aufstellung einer Regel über die Vergleichung zweier Beobachtungsreihen nur das zu wissen nöthig, was man aus den Reihen selber ablesen kann, nämlich dass Schwankungen in jeder Reihe vorhanden sind, und wie gross dieselben sind; dagegen ist es ganz gleichgültig zu wissen, welche Ursachen diese Schwankungen gehabt haben — man müsste denn diese Ursachen nicht bloss genau anzugeben wissen, sondern auch das Gesetz ihrer physiologischen Wirkung kennen. Bis jetzt steht aber über das Gesetz noch keiner der unvermeidlichen Schwankungsursachen etwas Sicheres fest, nicht einmal über die Wirkung der Temperatur trotz

[1]) In der That habe ich mich in Mussestunden viel mit der Physiologie beschäftigt

der interessanten auf 87 Tage sich erstreckenden Beobachtungsreihe von Kaupp. Und wäre wirklich das genaue Gesetz für die eine oder die andere Störungsursache bekannt, so würde die Mathematik die Anleitung geben, dieselbe gehörig zu berücksichtigen. Es ist daher Dr. Lehmann im Irrthum, wenn er behauptet (s. dessen „Zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbüder" im VI. Bd. dieser Zeitschrift 1859, Seite 186), dass die unregelmässigen Wirkungen unbekannter Störungsursachen ein Hinderungsgrund seien für die Anwendung einer auf mathematische Betrachtungen beruhenden Regel. Er hätte nur mit Aufmerksamkeit meinen Aufsatz über die arithmetischen Mittel nachlesen dürfen, um zu sehen, dass bei der Aufstellung der Regel gerade die Betrachtung solcher unbekannter Störungen die Hauptrolle gespielt hat.

Was aber den zweiten Erklärungsgrund, die Idee von den zweierlei Logiken betrifft, so möchte dieselbe wohl nicht viele Anhänger finden.

Der Widerspruch, der, wie Dr. Lehmann a. a. O. sich ausdrückt, zuweilen zwischen der Mathematik und dem praktischen Verstande Statt zu finden scheint, erhält seine einfache Erklärung, wenn genauer man auf den Sinn der von mir gegebenen Regel achtet.

Diesen Sinn möglichst klar hinzustellen, ist die Absicht dieser Zeilen. Ich werde bei dieser Gelegenheit meinen Gegnern sogar bessere Waffen als sie bisher gegen mich gebraucht haben, in die Hand geben, indem ich ihre Scheu vor der mathematischen Entstehung der Regel mildere und darauf aufmerksam mache, dass deren Herleitung keine rein mathematische ist, sondern ein willkührliches Element enthalte. Die Willkührlichkeit dieses Elementes hat aber keine andere Wirkung, als dass die in der aufgestellten Regel angegebene Grenze der Brauchbarkeit des aus den Mittelzahlen gezogenen Resultats einer kleinen Verschiebung vor- oder rückwärts Raum lässt. Darauf, dass mein Endausspruch nicht von absoluter Gültigkeit sein solle und könne, sondern innerhalb gewisser Grenzen eine Abänderung zulasse, hatte ich übrigens von vorn herein in § 1 meines Aufsatzes hingedeutet.

Die Sache ist nämlich folgende:

Bei keiner von den bisher gelieferten Beobachtungsreihen der

Physiologen und Pharmakologen ist die Zahl der Beobachtungen gross genug, um annehmen zu dürfen, dass sich die unvermeidlichen Störungen ausgleichen werden, wenn man das arithmetische Mittel nimmt. Es wird also fast gewiss ein Theil der Störungen unausgeglichen bleiben, dessen Betrag sich nicht, auch nicht mittels der Mathematik, bestimmen lässt. Giebt nun von zwei Beobachtungsreihen A und B die erste ein höheres arithmetisches Mittel als die zweite, so bleibt unbekannt, ob der Mehrbetrag des Mittels von der Verschiedenheit der unausgeglichenen Theile der Störungen herstamme, oder ob das Agens, dessen Wirksamkeit erforscht werden soll, daran Antheil habe, und man hat daher keine absolute Gewissheit, ob das Agens vermehrend oder vermindernd wirkt. Wenn man aber auch keine *absolute Gewissheit* darüber haben kann, so kann doch eine grössere oder geringere *Wahrscheinlichkeit* dafür sein. Je grösser nämlich der Abstand der beiden Mittel ist in Vergleichung mit der Grösse der Störungen, die sich in den Schwankungen der Beobachtungen innerhalb einer und derselben Reihe zu erkennen geben — desto wahrscheinlicher wird es, dass die Wirkung ganz oder theilweise dem Agens zuzuschreiben ist, und es fragt sich daher: Wie gross muss *mindestens* der Mittelunsterchied im Vergleich mit den Schwankungen sein, wenn man mit hinreichender Sicherheit soll annehmen dürfen, dass das Agens an der grösseren Höhe des Mittels von A Antheil hatte.

Sind die Beobachtungen zahlreich genug, um voraussetzen zu können, dass nicht in einer der Reihen die Störungen sämmtlich oder mit grossem Uebergewicht nach derselben Richtung hin gewirkt haben, oder dass die Störungen nicht in beiden Reihen im Uebergewicht nach entgegengesetzten Richtungen ausgeschlagen seien: so wird man die Störungen nach den Schwankungen bemessen und behaupten können, dass das Agens an dem Plus des Mittels von A Antheil habe — *wenn der Mittelunterschied die grössten Schwankungen übertrifft.* — Da dieser Fall aber sehr selten, und daher das Merkmal wenig praktisch sein wird, so stellt sich die Frage, ob nicht schon ein kleinerer — und welcher — Unterschied der Mittel die Wirksamkeit des Agens zu Gunsten von A hinreichend wahrscheinlich mache.

Eine solche Grenze in unbestreitbarer Bündigkeit hinzustellen ist aber selbst mit allem mathematischen Wissen unmöglich — weil der wahre Betrag der Störungen unerforschbar ist, und weil (was in dem unbestimmten Ausdruck „hinreichend wahrscheinlich“ liegt) der eine eine grössere Bürgschaft für die Sicherheit des Schlusses verlangen kann, als der andere. — Will man daher ein gewisses Minimum als Norm feststellen, so wird man (in gewissen Grenzen wenigstens) nicht ohne Willkür verfahren können. In der That war es eine solche Willkür von mir, als ich festsetzte, es solle im Minimum der Mittelunterschied (statt die *vollen Schwankungen*) die (merklich geringeren) *mittleren Schwankungen* übertreffen.

Ein Anderer hätte sich vielleicht damit begnügt, dass der Mittelunterschied die *halbe Summe der mittleren Schwankungen* übertreffe. Dr. Lehmann z. B. hält sich schon von der Mitwirkung des Agens überzeugt, wenn der Unterschied grösser ist, als die mittlere Schwankung einer einzigen der beiden Reihen (wenigstens kommt seine Meinung nahezu darauf hinaus). Noch ein Anderer hätte aber dagegen einen noch grösseren Mittelunterschied verlangen können.

Es ist nun wahr, dass ich sehr streng verfahren bin, und dass ich einen ziemlich *bedeutenden* Betrag des Mittelunterschiedes in meiner Regel gefordert habe, und *dies ist der Grund des* obenerwähnten sogenannten *Widerspruchs der Mathematik mit dem praktischen Verstande*, d. h. der Grund des Umstandes, dass die Regel zuweilen die genügende Sicherheit des Schlusses abläugnet, obgleich die Reihe A vorwiegend grössere Zahlen aufweist. Dennoch bleibe ich für meine Person auf meiner strengen, vielfordernden Regel bestehen, weil ich einen *ziemlich hohen Grad von Sicherheit* verlange, und zwar deswegen, weil auf den Schlüssen in der Physiologie und Pharmakologie *weiter fortgebaut* werden soll, weil man darauf weitere Theorieen, vielleicht neue Heilmethoden gründen will, die um so hemmender in Wissenschaft und Praxis wirken, als man sie für streng begründet hält, indem man gar zu leicht vergisst, dass nicht *feste*, sondern nur mehr oder weniger *wahrscheinliche* Data zum Grunde liegen.

Wenn H. Dr. Lehmann mit geringerer Bürgschaft vorlieb nimmt, und sich schon von der Wirksamkeit des Agens überzeugt

hält, wenn der Mittelunterschied einfach die mittlere Schwankung der *einen* Reihe übertrifft, so lässt sich ihm das Recht dazu nicht bestreiten, und man darf gelten lassen, dass alsdann noch ein ziemlicher Grad von Wahrscheinlichkeit für seine Entscheidung vorhanden ist; allein dieser Grad ist für mich nicht bedeutend genug, um darauf mit einer Sicherheit weiter zu bauen, welche der Wichtigkeit der daran zu ziehenden Consequenzen angemessen ist.

In Missverständniss und Irrthum ist aber Dr. H. Lehmann, wenn er pag. 187 die Frage stellt: „ob es in dem Falle, wo meine Regel keine Entscheidung biete, besser sei, die aus den Beobachtungen gezogenen Zahlen gar nicht zu haben, oder sie mit dem ihnen eigenthümlichen Werthe hinzunehmen und zu benutzen", mit dem Hinzufügen, dass er kein Bedenken trage, sich für das Letztere zu entscheiden.

Der Sinn meiner Regel ist *nicht*, wie Dr. H. Lehmann zu glauben scheint [1]), dass die Beobachtungen zu verwerfen seien, wenn

[1]) An verschiedenen Stellen spricht Dr. H. Lehmann in irriger Auffassung aus, dass, wo meine Regel keine Entscheidung gebe, die Mathematik nichts mit den Zahlen zu machen wisse, und dass dann andere Betrachtungen einzutreten hätten, um zu einem Resultat zu gelangen. — Dass in dem Falle, wo meine Regel nicht erfüllt ist, die Mathematik ihre Stimme nicht verliere, geht aus dem Obigen sattsam hervor; sie spricht namentlich aus, dass von da ab der Schluss an Sicherheit verliere, ohne eben schon sofort unter die bürgerliche Wahrscheinlichkeit (d. h. unter den Punkt, wo die mathematische Wahrscheinlichkeit kleiner als $^1/_2$ wird) herabzusinken. Unter den „anderen Betrachtungen" versteht Dr. H. Lehmann zumeist die Herbeiziehung sehr unbestimmter und ungewisser Merkmale der bürgerlichen Wahrscheinlichkeit. So z. B. führt er pag. 188 eine solche Betrachtung an, wo er eine Böcker'sche Doppelreihe von je 8 Zahlen zu vermeintlicher Verdeutlichung einem Bilde unterlegt. Er betrachtet nämlich die Zahlen als die Ausgaben in einem kaufmännischen Geschäft in zwei verschiedenen Geschäftsweisen. Die Mitteldifferenz ist 191, die Summe der mittleren Schwankung 234 — also lässt die Mathematik das Resultat unentschieden und es wird hinzugefügt: „Bei aller Achtung vor der Mathematik würde der Kaufmann bei einem fortgesetzten Versuch zu Schaden kommen und mit den gegebenen Zahlen sich begnügen, den Versuch der neuen Geschäftsweise einzustellen." — Wenn das Bild hinlänglich passen soll, so müssen jene 8 Zahlen die Ausgaben von irgend herausgegriffenen 8 einzelnen Tagen vorstellen, (wir wollen selbst zugestehen — von 8 herausgegriffenen einzelnen *Wochen!*), und ich würde daher den Kaufmann für ziemlich leichtfertig halten, wenn er auf 8 solche Zahlen hin, bei denen man gar nicht beurtheilen kann, wieviel von zufälligen Conjuncturen abgehangen habe, die neue Geschäftsweise schon daran geben wollte. — Die „*andere Betrachtung*" besteht hier bloss *in einem oberflächlichen Anschauen der Zahlen.*

sie keine bejahende Antwort auf die Frage nach der Wirksamkeit des Agens erlaubt, sondern nur: dass dann die Wirksamkeit als keine hinreichend feststehende angesehen werden solle. Einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit kann hierbei die Wirksamkeit immer noch haben, und man wird gut thun, in solchem Falle das Resultat unter der Rubrik „wahrscheinlich, aber noch nicht genügend gesichert" aufzubewahren, um sich möglicher Weise durch gleichlautende Resultate bei später wiederholten Versuchen die Vervollständigung der Sicherheit offen zu halten.

Um dem schon früher hervorgetretenen Missverständnisse zu begegnen, als ob die Beobachtungen, wenn sie der Bedingung meiner Regel nicht genügen, die Frage, um derentwillen sie angestellt sind, stets *vollständig* unentschieden liessen, d. h. ebensostark *für* wie *gegen* den Einfluss des Agens sprächen — habe ich vor einiger Zeit an H. Dr. Böcker eine Notiz geschickt, welche derselbe in seinem Aufsatze „über die Einwirkung des Fettes auf die Ausscheidungen" in Oesterlen's Zeitschrift für Hygieine, medicinische Statistik und Sanitätspolizei, Tübingen 1859, Bd. I, Heft 1, S. 92 bis 95, mit aufgenommen hat. In dieser Notiz habe ich empfohlen, in den Fällen in welchen der Mittelunterschied zwar kleiner als die Summe der mittleren Schwankungen, aber grösser als die Hälfte derselben ist, das aus den Mittelzahlen gezogene Resultat als ein *„bedingt brauchbares"* aufzunehmen, und zwar seinen Gebrauch zu suspendiren, bis andere auf dasselbe Agens bezügliche Versuche übereinstimmende Resultate von wenigstens gleichfalls bedingter Brauchbarkeit die Bestätigung gegeben haben.

Die hier angegebene Grenze der bedingten Brauchbarkeit kommt der Lehmann'schen Grenze der (vollen) Brauchbarkeit — nämlich dass der Mittelunterschied die mittlere Schwankung der einen Reihe übertreffe — numerisch um so näher, je gleicher die beiden Reihen ihren Schwankungsverhältnissen nach einander stehen; sie ist derselben aber entschieden vorzuziehen, weil sie dem Verhalten nicht bloss der einen, sondern beider Beobachtungsreihen Rechnung trägt.

Oben hob ich das willkürliche Element in meiner Entscheidungsregel für die Brauchbarkeitsgrenze hervor. Soll ich für diejenigen,

welche meine Abhandlung im Roser'schen Archiv nicht durchgelesen haben, auch das nicht willkürliche (mathematische) Element wenigstens allgemein hin andeuten, so bemerke ich, dass die ihrem Wesen nach willkürliche Wahl jener Grenze geleitet worden ist 1) durch Betrachtungen, die auf mathmatischen Begriffen beruhen, namentlich auf den Begriffen des *wahrscheinlichen* und *mittleren* Fehlers, und 2) durch den Grundsatz, dass man die Grenze eher zu weit als zu eng stecken müsse, um den in die Wissenschaft einzuführenden Resultaten eine der Wichtigkeit der Sache entsprechende Sicherheit zu geben.

Ob jene Betrachtungen, die in meinem Aufsatze über die arithmetischen Mittel ausgeführt sind, überzeugend genug sind, hat der sachverständige Leser zu beurtheilen.

Jedenfalls habe ich mit jenem Aufsatze keine grössere Ansprüche gemacht, aber auch nicht weniger gehalten, als ich in dessen Eingange pag. 146 ausgesprochen habe, indem ich die Worte gebraucht:

„Weil ein feststehender genau und absolut gültiger Massstab
„für die Richtigkeit der aus den Beobachtungen gezogenen Resultate
„unmöglich ist, so kann ich nur angeben, welchen Massstab *ich* für
„meine Person als genügend ansehen würde, und dabei meine An-
„forderungen begründen."

# XVIII.

## Antikritik,

### zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder, auf die Entgegnung von Hrn. Dr. L. Lehmann

(im VI. Bande der von Moleschott herausgegeb. Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, gegen meine Arbeit: „über die Wirkung der Sitzbäder etc." in dieser Zeitschrift Bd. VI, Heft 1, S. 51 ff.),

von Dr. Böcker,
Kreisphysikus etc. in Bonn.

Die Ungenauigkeit der Verwerthung der Zahlen, um aus ihnen, die durch das physiologische Experiment gewonnen wurden, physiologische Schlüsse zu ziehen, hat durch den auf meinen Antrieb von Herrn Prof. Radicke geschriebenen Aufsatz: „die Bedeutung und der Werth arithmetischer Mittel" in Wunderlich's Archiv 1858, S. 145 ff., einen bedeutenden Stoss erlitten. Radicke hat sich ein unbestrittenes Verdienst erworben, indem er die Veranlassung gab, dass die neuere Medicin, namentlich die Physiologie und Pharmakologie, sich von unzähligen Irrthümern zu reinigen beginnt. Leider hat aber auch der Erfolg gelehrt, dass die von Radicke entwickelten Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht von allen Forschern auf beiden Gebieten richtig verstanden worden sind. In meiner Arbeit „über die Wirkung der Sitzbäder, der Brause und der nassen Einwickelung auf den Ausscheidungsprocess" (s. d. Zeitschr. Bd. VI., Heft 1, S. 51 ff.) habe ich die Radicke'schen Regeln strenge befolgt und auch die frühern Versuche von Dr. Lehmann in Oeynhausen mit demselben Maassstabe gemessen, den ich an meine eignen legte. Ich gelangte zu andern Schlüssen als Lehmann, der

in seiner Entgegnung die seinigen aufrecht zu erhalten suchte. Ich werde untersuchen, mit welchem Rechte.

Die hauptsächlichsten Ausstellungen des Dr. Lehmann gegen meine Schrift sind folgende:

I. Lehmann sagt, ich hätte mit Unrecht getadelt, dass seine Versuche an zu weit von einander gelegenen Tagen angestellt seien; es sei dies vielmehr zu loben, weil wegen der mit den Versuchen verbundenen Inanition krankhafte Störungen zu befürchten gewesen seien, wenn die Versuche hintereinander angestellt worden wären, und weil weit getrennte Tage eine bessere Compensation der unregelmässigen Störungen versprächen, als nahe aneinander liegende, wenn nur der Körperzustand selber sich nicht während der Zeit ändere. Dies sei aber bei ihm nicht der Fall gewesen, da er sich keiner Aenderung bewusst geworden, und da die Vergleichung seiner Ausscheidungen, die er in den Jahren 1853 und 1856 beobachtet, eine grosse Uebereinstimmung nachwiese.

Dass bei beobachteter strenger Inanition Versuche an mehreren, unmittelbar auf einander folgenden Tagen ihr Bedenkliches haben, will ich gern zugeben, auch habe ich nicht getadelt, dass die Versuche nicht *an unmittelbar aufeinander folgenden*, sondern dass sie an *zu weit von einander liegenden* Tagen angestellt worden seien. Dagegen muss ich in Abrede stellen, dass die Compensation der unvermeidlichen Störungen vollkommner sei bei weit von einander getrennten, als bei unmittelbar auf einander folgenden Tagen, selbst wenn man den Körperzustand als ungeändert voraussetzt. Die von Hrn. Dr. Lehmann angeführte Vergleichung mit den 20 numerirten Kugeln passt in mehrfacher Beziehung nicht, und brauche ich mich wohl nicht damit abzumühen, das Ungehörige dieses Vergleichs hier näher zu zeigen. Bei Combination von Beobachtungen an aufeinander folgenden Tagen gleichen sich die Störungen von kurzer Periode aus; bei Combination von Beobachtungen an getrennten kann es nur auf Ausgleichung von Störungen mit langer Periode abgesehen sein. Im ersten Falle ist die Ausgleichung der Störungen kurzer Perioden eine, so weit es möglich ist, vollständige, weil die vollen Perioden in die Rechnung eingehen; im zweiten Falle dagegen ist die Aus-

gleichung kaum anders als unvollständig, wo nicht überhaupt fraglich, *weil nicht die vollen Perioden in Wirksamkeit treten, sondern nur einzelne Beobachtungen aus den Maximaltheilen der Perioden mit einzelnen aus den Minimaltheilen vereinigt werden, weil ferner 2 in grossen Zeiträumen auf einander folgende Beobachtungen nicht derselben Periode angehören werden, sondern nur weiss wie viel Perioden zwischen sich liegen haben, und weil bei geringer Zahl der Beobachtungen nicht abzusehen ist, warum nicht z. B. weit mehr von ihnen in Maximaltheilen als in Minimaltheilen liegen.* Dazu kommt endlich, dass sich die behauptete Unveränderlichkeit der Körperbeschaffenheit sehr bezweifeln lässt, und namentlich die verschiedene Temperaturbeschaffenheit der Luft, in welcher die Versuche angestellt worden, wesentliche Unterschiede in den Ausscheidungen bedingen müssen. Wenn man bedenkt, wie in nahe auf einander folgenden Tagen die Urinausscheidungen auch bei möglichst gleichem Verhalten oft so ungleich sind, so kann man nicht umhin anzunehmen, dass auch ganz unmerkliche Aenderungen in der physischen Körperbeschaffenheit sehr merkliche Differenzen hervorbringen, und doch will Hr. Dr. Lehmann behaupten, dass bei ihm daher rührende merkliche Differenzen selbst in sehr grossen Zeiträumen unwahrscheinlich seien, weil er sich keiner Aenderungen im Körperbefinden bewusst geworden! Meine Versuche über die Wirkung der Phosphorsäure z. B. weisen nach, dass bei gänzlich fehlender Aenderung meines Körperbefindens die Ausscheidungen im Urin wesentlich verändert waren. Die Zahlen endlich, die Hr. Dr. Lehmann anführt, sprechen eher für das Gegentheil. Diese Zahlen beziehen sich auf die Urinquanta bei vollständiger Inanition, und sind auf eine Stunde reducirt, folgende:

im Jahre 1853 33, 46, 38, 61, 32, 47, 48, 57, 39, im Jahre 1855: 28,

„ „ 1856: 33, 27, 23, 54, 34, 24, 34, 42, 28, 32, 37, 27, 34.

Diese Zahlen sprechen, wie man sieht, weit eher für eine Abnahme vom Jahre 1853 zum Jahre 1855 und 1856 als für ein Gleichbleiben.

II. In meiner Schrift findet sich folgende Resultatsangabe: „und es erweisen sich, wenn man das Verhalten des Körpergewichts ausschliesst, die Lehmann'schen Versuche *ebenso* unentschieden, wie die von Lampe und mir.“ Dies legt Hr. Dr. Lehmann so aus,

als hätte ich gesagt, die Versuche von ihm, (welche in 2 Reihen von je 8 Beobachtungen bestehen), seien nicht mehr werth als die von Lampe (welche aus 2 Reihen von 4 Beobachtungen bestehen)! Einmal seien aber 8 Versuche jedenfalls besser als 4, und zweitens näherten sich bei ihm die successiven Mittel entschiedener einer festen Grenze als bei Lampe. — Ich habe aber in jenen Worten keineswegs die Beweiskraft der Lehmann'schen und Lampe'schen Versuche vergleichen wollen, sondern nur behauptet, dass weder die einen, noch die andern einen sicher stehenden Schluss auf eine Abänderung in den Ausscheidungen erlaubten. Uebrigens beweisen auch die angeführten successiven Mittel durchaus nicht, was Hr. Dr. Lehmann damit beweisen will. Er sagt nämlich: in seiner Normalreihe seien die successiven Mittel 238, 234, 266, 252, 257, 262, 272, oder von der letzten Beobachtung zur ersten fortschreitend: 316, 238, 227, 254, 250, 253, 247, und es wichen daher jedesmal die 5 letzten Mittel nur in den 2 letzten Ziffern von einander ab, während die successiven Mittel bei Lampe 1344, 1470, 1374 in den 3 letzten Ziffern von einander abwichen. Wer in der Welt vergleicht aber die Genauigkeit von sehr ungleichen Zahlen nach der Anzahl der unsichern Endziffern! *Man beurtheilt die Genauigkeit vielmehr nach der Anzahl der sichern Anfangsziffern, oder — wenn man genauer verfahren will, nach dem Verhältniss des geltenden Werths der sichern Ziffern zu den vollständigen Zahlen.* Nehmen wir nun die beiden ersten der fünf bezeichneten Mittel aus den ersten Reihen, und vergleichen sie mit den beiden ersten der Lampe'schen Reihe, weil selbige die stärkste Ungleichheit aufweisen, so haben wir respective $252 : 266 = 1344 : 1419$ und $227 : 254 = 1344 : 1504$. Hätte die Genauigkeit gleich sein sollen, so hätte das 4. Proportionsglied 1470 sein müssen, allein die erste Proportion giebt eine etwas zu geringe, die zweite eine etwas zu grosse Zahl, also findet *kein* nennenswerther Unterschied in der Genauigkeit statt, und dabei ist zu bedenken, dass der praeter propter übereinstimmende Grad der Genauigkeit bei Lampe schon im Verhältniss des ersten und zweiten Mittels, bei Lehmann erst im Verhältniss des dritten und vierten Mittels stattfindet. Wäre aber auch die Vergleichung anders ausgefallen: es kommt hier nicht

darauf an, *weil nicht die Güte der Beobachtungen hat verglichen werden sollen, sondern nur die aus ihnen abzuleitenden Schlüsse auf feststehende, oder auf zweifelhafte Wirkung; es hat nur,* wie bemerkt, *constatirt werden sollen, dass weder die eine, noch die andere Reihe einen sichern Schluss zulässt.*

III. Lehmann führt öfter tadelnd an, dass wenn ich nach Anleitung von Radicke's Regel leugne, dass etwelche Beobachtungen ein entschiedenes Resultat lieferten, die Versuche nutzlos gewesen wären, weil man nach ihrer Anstellung eben so klug sei, wie vorher. Dies ist aber nicht der Fall. Man erfährt aus den Versuchen positiv, dass die etwaige Wirkung des geprüften Mittels nicht sehr bedeutend die Wirkung der unvermeidlichen Störungsursachen übertreffe. Es findet dann von 2 Fällen einer statt. Entweder weicht der Mittelunterschied nicht allzu erheblich von der mittlern Schwankungssumme ab, oder die Abweichung ist bedeutend. Im ersteren Falle fordern die Versuche zu ihrer Wiederholung auf, um die Frage direkt zu entscheiden oder durch Versuche von ähnlich geringer Sicherheit des Resultats das halbsichere erste Resultat zu bestätigen oder zu schwächen. Im zweiten Falle erfährt man, dass neue Versuche wenig Aussicht auf Entscheidung bieten werden, bevor man nicht so weit gekommen, besser die störenden Schwankungen vermeiden zu können. Es wird also die Frage entschieden, ob es sich voraussichtlich der Mühe verlohnen würde, neue Versuche über den Gegenstand anzustellen. *Lehmann scheint mit vielen Andern der Ansicht zu sein, dass aus einer oder mehreren Versuchsreihen immer ein Schluss auf Vermehrung oder Verminderung der Ausscheidungen durch irgend eine äussere Bedingung, gezogen werden müsse, um klüger zu sein, als zuvor.* Es hat freilich immer etwas Verdriessliches, wenn man sich endlose Mühe gegeben, und gefunden hat, dass man zu keinem festen Resultate kommt; allein der gewissenhafte Forscher darf sich dadurch nicht verleiten lassen, das unsichere Resultat als ein sicheres anzusehen.

IV. Dr. L. Lehmann führt aus meiner Schrift an, dass ich in Bezug auf die Lampe'schen Versuche zuerst schlösse: „dass sie keine Sicherheit gewähren, dass die Sitzbäder auf das Körpergewicht

eingewirkt haben", und „dass die Menge des Harns, Harnstoffs etc. nicht in entscheidender Weise verändert worden sei", dass ich aber nachher erklärte, dass bei H. Lampe und mir eine die genannten Ausscheidungen verändernde Wirkung der Sitzbäder sich weder in den ersten 3, noch auch in den ersten 6 Stunden nach dem Sitzbade bemerklich macht!"

Dem letzten Ausspruch legt Hr. Dr. Lehmann den Sinn unter, dass ich in Bezug auf die gedachten Ausscheidungen die Sitzbäder als indifferent, als weder vermehrend noch vermindernd erkläre. Darin liege ein Widerspruch mit den ersten Behauptungen, und, sich dann dafür entscheidend, dass der letzte Ausspruch meine wahre Meinung sei, kämpft Hr. Dr. Lehmann gegen meinen Schluss an. Welcher Unbefangene wird aber meinen dritten Ausspruch auf die eben angegebene Weise auslegen? Wird Jemand mir zutrauen, dass ich vergessen haben sollte, was ich eine Seite vorher niedergeschrieben hatte? Wenn ich nach den vorangegangenen Aeusserungen sage, dass sich eine Wirkung *nicht bemerklich* gemacht habe, *so kann das nur heissen, dass die etwaige Wirkung nicht so stark gewesen sei, dass sie sich vor den Wirkungen anderer Einflüsse bemerklich gemacht habe*, oder mit andern Worten, *dass sie die Wirkungen der andern unvermeidlichen Einflüsse in bemerkbarer Weise nicht überwogen habe.*

V. Hr. Dr. Lehmann sagt: die (Lampe'sche und) Böcker'sche Reihe entbehre jeglicher Bedingung für eine mathematische Verwerthung; denn Radicke erkläre in seiner Schrift, dass man in Anbetracht der durchgehends sehr beträchtlichen Schwankungen Alles unbesehen verwerfen müsse, was auf Beobachtungen von nicht mehr als 3 oder 4 Tagen beruhe. Selbst 5 bis 10tägige Gruppen würde er meist bei Seite legen, wenn die Differenzen zwischen den einzelnen Zahlen 10 Procent des Mittels überträfen.

Man beachte zunächst, dass Radicke bei den Reihen von 3 oder 4 Beobachtungen von einem „müssen" spricht, während er bei den Reihen von 5 bis 10 Beobachtungen das beschränkende Wort „meist" und die mildernde Form „ich würde" gebraucht, was hinlänglich beweist, dass er viel weniger streng darauf sehen würde, dass die

Beobachter die letzte, als dass sie die erste Bedingung genau einhielten. — Dr. L. Lehmann würde Recht haben, wenn ich z. B. die Lampe'schen Versuche isolirt hingestellt hätte. Das Mangelhafte, welches in der geringen Zahl von Beobachtungen liegt, habe ich auch in meiner Schrift sattsam anerkannt; aber ich habe die Versuche nur als Hülfs- und Bestätigungs-Versuche für andere Beobachtungsreihen (ganz im Radicke'schen Sinne) benutzt. Auch wird der Schluss, dass diese Versuche keine Berechtigung geben, einen Einfluss auf den Stoffwechsel anzunehmen, selbst von Kritikern, die noch strengere Anforderungen als Radicke machen, keine Anfechtung erfahren. Anders wäre es, wenn die auf die unvollständigeren Reihen angewendete mathematische Regel ein positives (bejahendes) Resultat geliefert hätte. Alsdann würde ich aber auch nicht unterlassen haben, die erforderlichen Restriktionen zuzufügen.

Ueberdies äusserte Radicke später, dass er bei den angeführten Ansprüchen nur isolirte Beobachtungsreihen im Auge gehabt habe. In einer Notiz, die ich in meinem Aufsatze „über die Wirkung des Fettes auf den Ausscheidungsprocess" in Oesterlen's Zeitschrift für Hygieine etc., Heft 1, habe abdrucken lassen, fügt derselbe bezüglich des Falles, wo mehrere Versuchsreihen, welche zur Lösung derselben Frage angestellt worden sind, vorliegen, eine Ergänzung hinzu. Er erklärt dort nämlich, dass er in diesem Falle auch einen Schluss auf positive Wirkung für zulässig halte, wenn die Versuchsreihen entweder aus einer geringern Zahl von Beobachtungen beständen, oder die Bedingung für die Grösse der Mitteldifferenz nicht erfüllten, wofern nur diese nicht geringer, als die halbe Summe der mittleren Schwankungen ausfalle, *vorausgesetzt, dass alle Versuchsreihen ein gleichmässiges Resultat geben.* Bei sehr zahlreichen concurrirenden Versuchsreihen wird sich auch wohl die zuletzt angegebene Grenze für die Mitteldifferenz noch weiter zurückdrücken lassen.

VI. Dr. L. Lehmann ist der irrigen Ansicht, dass, wo die Radicke'sche Forderung über die Grösse der Mitteldifferenz nicht erfüllt sei, die Bedingungen für die Anwendung der Mathematik fehlten, und dass dann andere Betrachtungsweisen der Zahlenreihen an die Stelle treten müssten! — — Wenn aber jene Forderung nicht erfüllt

wird, so hört die Anwendbarkeit der Mathematik nicht auf, sondern der Mathematiker sagt alsdann: *dass die zu erforschende Wirkung mehr oder weniger zweifelhaft sei.* Wo aber die Natur der Reihen die fragliche Wirkung zweifelhaft lässt, kann man aus ihnen den Zweifel nicht wieder wegdisputiren. Das dabei angewendete Verfahren kann dann nur in der Befolgung von Regeln bestehen, die milder sind, als die von mir nach Radicke's Angabe benutzte, und daher auch viel weniger sichere Resultate liefern als diese. Jener Irrthum ist denn nun auch die Ursache, dass Dr. L. Lehmann, nachdem er mir vorgeworfen, ich habe dadurch gegen die mathematischen Anforderungen gesündigt, dass ich die 4zahligen Lampe'schen Beobachtungen überhaupt berücksichtigt habe, — nachweisen will, es bestätigten die Lampe'schen Versuche vollkommen alle Resultate, die er aus *seinen* Beobachtungen gezogen habe.

Weil uns bei der Verwerthung dieser Beobachtungen (wie er vermeint) die Mathematik im Stiche lasse, so wendet er folgende Entscheidungsmethode an: Er ordnet die beiden zu vergleichenden Reihen nach der Grösse der Zahlen an, und findet, dass zumeist die Zahlen der einen Reihe die correspondirenden Zahlen der andern übertreffen, und schliesst dann auf eine Vermehrung zu Gunsten der zweiten Reihe.

Dr. L. Lehmann denke sich aber einmal z. B. eine erste Reihe dreizifferiger Zahlen, von denen die letzte die erste *bedeutend* übertrifft; ferner die zweite Reihe aus Zahlen bestehend, welche die correspondirenden der ersten Reihe je um eine Einheit übertrifft. Wird er daraus auf eine *durch das fragliche Agens* hervorgebrachte Veränderung (Vermehrung oder Verminderung) schliessen? Gewiss nicht. Er wird es auch nicht thun, wenn die correspondirenden Zahlen der 2. Reihe um 2, 3 oder 4 Einheiten grösser sind. Wo ist nun die Grenze, d. h. bei welcher Erhöhung darf man anfangen eine Veränderung durch das Agens als unbedenklich anzunehmen? — Es gehört also noch eine besondere Regel dazu, aus jener Betrachtung eine Entscheidung herbeizuführen, und soll die Entscheidung eine hinreichende sein, so wird gewiss die Regel in ihrem Endergebniss von der von Radicke angegebenen und von mir überall streng befolgten, nicht

sehr entfernt liegen. Grösseres Minimum, grösseres Maximum und grösseres Mittel können aber, wie man sieht, für sich allein ein Entscheidungsgrund nicht sein. Je näher indess Maximum und Minimum einander liegen, (also, je kleiner die Schwankungen sind) und je mehr die Zahlen der einen Reihe die der andern übertreffen, (d. h. je grösser die Mitteldifferenzen sind), desto eher wird die Bedingung der Radicke'chen Regel erfüllt sein, und desto eher darf man ein sicheres positives Resultat erwarten. Sehr günstig für eine Vermehrung der Urinmenge fällt aus diesen Gründen die Lehmann'sche Betrachtung der Lampe'schen Beobachtungen da aus, wo nur auf die ersten 2 Morgenstunden gesehen wird. Allein, was wird dadurch höchstens bewiesen oder wahrscheinlich gemacht? Offenbar nicht, dass das Sitzbad die *Ausscheidung* vermehre, sondern wahrscheinlich nur eine vollständigere Entleerung des in der Blase *schon befindlichen, ausgeschiedenen* Urins bewirkt; denn bei Hinzunahme der spätern Entleerungen fangen die Ungleichheiten wieder an sich zu verwischen. Ich habe bei mir selbst und bei Anderen oft beobachtet, dass wenn unmittelbar nach einer, dem Gefühle nach, *vollständigen* Urinentleerung ein Sitzbad genommen wurde, gleich nach dem Einsitzen ins kalte Wasser Drang zur Urinentleerung erfolgte, wobei oft über 100 C. C. Urin entleert wurden. Ich kann mir nicht denken, dass ein Sitzbad von 2 Minuten etwa, die Nieren zu solch grosser Thätigkeit anrege, glaube vielmehr, dass es uns in der Regel nicht gelingt die Harnblase vollständig zu entleeren, was eher und vollkommner durch den Reiz des kalten Wassers geschehen möchte. Meines Wissens liegen jedoch noch keine Versuche vor, auf Grund derer man sich für die eine oder die andere Ansicht entscheiden dürfte, und ich bin in diesem Augenblicke mit Versuchen beschäftigt, welche vielleicht nähere Aufschlüsse geben könnten. Uebrigens erfolgte, wie Dr. L. Lehmann selbst bemerkte, bei seinen Versuchen eine Entleerung sofort nach dem Bade.

VII. Dr. L. Lehmann wirft mir ferner einen Verstoss gegen die Radicke'schen Vorschriften bei der Verwerthung meiner eignen Versuche über den Einfluss des Sitzbades auf die Urinmenge vor. Zu jenen Vorschriften gehöre, dass man Beobachtungsreihen als mit

zu auffallenden Störungen behaftet verwerfen müsse, wenn eine der beiden Reihen successiver Mittel, die man erhält, wenn von der ersten Beobachtung zur letzten, und von der letzten zur ersten fortschreitet, in der letzten Hälfte grössere Schwankungen zeigt, als in der ersten. Dass ich nun gegen diese Vorschrift gefehlt habe, wollte Dr. L. Lehmann durch die Ausrechnung dieser Mittelreihen vor Augen führen, — und was sieht man aus den gefundenen Zahlen? Nicht, was man meinen sollte, dass die letzten, sondern dass die ersten Hälften viel grössere Schwankungen ergeben, — *also, dass der Vorschrift von mir vollkommen genügt ist, und dass Dr. L. Lehmann sich übereilt und das Versehen gemacht hat, die richtig angegebene Regel bei der Anwendung umzukehren!!*

VIII. Dr. L. Lehmann findet den Vergleich seiner Versuche mit den meinigen deshalb unzulässig, weil ich nicht bei strenger Abstinenz und ohne Bewegung, wie er, meine Versuche angestellt habe. Wenn ich die S. 185 von Lehmann's „Entgegnung" angeführten 5 Bedingungen constant und gleichmässig einwirken liess, Lehmann aber sich einer beständigen strengen Abstinenz unterzog, so darf, meines Erachtens, die Vermuthung Raum haben, dass in der einen Reihe, die Zusatzbedingung, das Sitzbad nämlich, auch ihre Wirkung werde geltend gemacht haben, in gleicher Weise, wie bei Lehmann's Inanitionsversuchen. Die Inanition wirkt auf die Ausscheidungen keineswegs immer gleichmässig, und wenn durch meine 5 Zusatzbedingungen der normale Gang meines Lebensprocesses erhalten wurde, so war meines Erachtens eine reinere Wirkung der Sitzbäder zu erwarten gewesen, als bei Inanition, von deren längerer Fortsetzung und häufigerer sich folgenden Wiederholungen Lehmann selbst unberechenbare Störungen fürchtete. Eine Variation der Bedingungen, unter welchen man experimentirt, lässt einen vermutheten oder behaupteten Erfolg um so besser erkennen, vorausgesetzt, dass jene, wie es bei meinen Versuchen der Fall war, immer dieselben sind. Dass ich die beiden Versuche, in welchen ich mir stärkere Bewegungen nach dem Sitzbade machte, nicht ausgeschieden habe, beruht darauf, dass wir, nach den bisherigen, wenn zwar nicht entscheidenden Versuchen, Ursache haben eine die Ausscheidungen ver-

mehrende Wirkung der stärkern Körperbewegung anzunehmen. Die Nichtausscheidung der beiden Versuche geschah also nur zu Gunsten der Lehmann'schen Annahme, die ich trotzdem nicht billigen kann. Hätte ich die grössere Körperbewegung in der Versuchsreihe ohne Sitzbad machen müssen, so würde ich die beiden Versuche sicher ausgeschieden haben. Es kommt bei der Versuchsanstellung Alles auf die Frage an, die man sich stellt. Die von mir zu entscheidende Frage war nicht die: „wirkt das Sitzbad bei Inanition vermehrend auf die Ausscheidungen", sondern: „wirkt es auf die Ausscheidungen (resp. in den ersten 3 Stunden) oder nicht?" Aber auch abgesehen hiervon, so halten in Betreff der Harnausscheidungen die Lehmann'schen Schlüsse eine strenge, mathematische Prüfung nicht aus. Lehmann hat die Regeln derselben nicht richtig aufgefasst, wie sein Beispiel von der kaufmännischen Geschäftsführung S. 187 etc. sattsam beweist. Kein Mensch wird behaupten, dass Lehmann in seinen Versuchen mit Sitzbad nicht mehr Urin etc. ausgeschieden habe, als ohne dasselbe; *allein, er bleibt den Beweis schuldig, dass diese Mehrausgabe dem Sitzbade zugeschrieben werden müsse.* Solche, von Lehmann angeführte, scheinbar praktische Vergleiche bestechen zwar den Praktiker mit eingeschränktem Gesichtskreise, aber nicht den, mathematische Gewissheit oder möglichst *hohe*, jedenfalls aber wissenschaftlich begründete Wahrscheinlichkeit fordernden Forscher. Beansprucht Hr. Lehmann diese nicht, so hat er es einfach zu erklären, und da ich sie verlange, *so würden wir wissen, dass wir uns nimmermehr verständigen werden.* Alle Entgegnungen sind dann freilich überflüssig. Ist Lehmann im Stande, andere, als die von Radicke entwickelten Gesetze der Wahrscheinlichkeit aufzustellen und zu beweisen, so hat er meine Schlüsse widerlegt. Andere, von mir befragte, berühmte Mathematiker haben mir die Versicherung gegeben, dass die von Radicke aufgestellten Regeln unumstösslich seien, und ich begnüge mich damit, sie zu befolgen, bis sie widerlegt sind.

IX. Hr. Lehmann sucht die Vermehrung der Urinmenge durch die beim Sitzbade gefundene, von mir nicht bestrittenen grösseren Körpergewichtsverluste zu beweisen (S. 198). Hätte er den immer gleichen Einfluss der Inanition auf seine Körperausgaben, die

immer gleiche Menge der gasigen Ausscheidungen und der Defikation, die immer gleiche Einfuhr des Sauerstoffs bewiesen, so möchte sein Schluss eine gewisse Unterlage gewinnen, allein jene Anforderungen sind von ihm bis jetzt nicht erfüllt, noch auch nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft und des Könnens zu erfüllen. Gerade weil der Einfluss so vieler störenden, äussern und innern Bedingungen, welche das Resultat beeinflussen, noch so schlecht und unvollständig gekannt ist, darf man den Schlüssen durch Ausschliessung nur ein beschränktes Feld einräumen, und muss sich der mathematischen Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung um so sorgfältiger bedienen. *Seine Ansicht, dass in seinen Inanitionsversuchen das Sitzbad die Urinmenge vermehrt habe,* **kann** *recht sein; allein er hat seine Schlüsse weder bewiesen, noch auch hinreichend wahrscheinlich gemacht.*

Ueberdies glaube ich annehmen zu dürfen, dass er jetzt selbst nicht mehr glaube, dass das Sitzbad die von ihm untersuchten einzelnen Harnbestandtheile (Harnstoff etc.) vermehre, denn sonst würde er wohl in seiner „Entgegnung" die von ihm früher aufgestellten Schlüsse zu befestigen gesucht haben. —

Nachdem Herr Professor Radicke in der vorstehenden Note in der populärsten und verständlichsten Weise die Missverständnisse, welche aus seiner frühern Arbeit hervorgegangen waren, zu beseitigen gesucht hat, nachdem ich die Einwürfe, welche Hr. Dr. Lehmann gegen meine Schlüsse gemacht hat, so kurz und bündig wie möglich beseitigt, und Missverständnisse aufzuklären mich bemüht habe, hoffe ich, dass aus dem Streite zwischen meinem verehrten Freunde Lehmann und mir nicht allein wir Beide Gewinn ziehen, sondern auch viele Andere reiche Ausbeute gewinnen werden, um Irrthümern in der Wissenschaft vorzubeugen, und, wo sie sich eingenistet haben, oder sich festzusetzen drohen, sie zu beseitigen. —

# XIX.

## Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachsthum die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern.

Angestellt von Dr. Theodor Margo,
Docenten der Histologie und suppl. Prof. an der k. k. Universität in Pesth [1]).

### I. Ueber die Entwickelung der Muskelfasern.

Lebert [2]) beschreibt eigenthümliche cylindrische, parallelrandige unregelmässige, mit abgerundeten Spitzen versehene Körperchen (corps myogéniques), aus welchen nach seiner Annahme die quergestreiften Muskelfasern durch einfache Verlängerung derselben hervorgehen sollen. Doch giebt derselbe keine Auskunft über das erste Entstehen dieser Körperchen, noch scheint derselbe in so früher Periode irgend eine Spur von Querstreifen an ihnen beobachtet zu haben.

Remak [3]) stimmt in seiner Ansicht über die Entwickelungsweise der Muskelfasern mit Lebert ziemlich überein. Seinen Untersuchungen zufolge sollen diese nicht durch Verschmelzung, son-

[1]) Aus dem XXXVI. Bande der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertébrés etc. Annales des sc. nat. Tome XI. 1849.

[3]) Ueber die Entwicklung der Muskelprimitivbündel, in Froriep's „Neuen Notizen", 1845, Nr. 768.

dern durch Verlängerung von Dotterzellen, in welchen sich die Zahl der Kerne vermehrt, entstehen. Doch gesteht derselbe, er habe durch directe Beobachtung nicht ermitteln können, ob die mit 2—4 Kernen versehenen Dotterzellen der Verschmelzung von einkernigen Zellen, oder der Verlängerung der letzteren mit Vervielfältigung ihrer Kerne das Dasein verdanken. Auch hat derselbe über das Verhalten des Sarcolemma zur contractilen Substanz keine directen Beobachtungen gemacht.

In neuester Zeit fand sich endlich auch Kölliker bewogen, nachdem er diesen Gegenstand an Krötenlarven, Jungen von *Rana temporaria*, so wie bei einem zweimonatlichen menschlichen Embryo studirt hatte, sich Lebert und namentlich Remak in Allem anzuschliessen. Kölliker [1]) sagt, er habe nichts gefunden, was für eine Verschmelzung embryonaler Fasern oder Zellen sprechen würde. Alles hingegen spreche dafür, dass die ursprünglichen Zellen durch Längen- und Dickenzunahme zu dem werden, was sie später sind; woraus er schliessen zu müssen glaubt, dass die quergestreiften Muskelfasern den Werth einfacher, ungemein gewucherter musculöser Faserzellen haben.

Zur definitiven Entscheidung dieses Gegenstandes habe ich im Sommer und Herbst vorigen Jahres, wie auch im Laufe dieses Winters eine Reihe von vergleichenden Untersuchungen angestellt, und zwar nicht nur an Larven und Jungen von Fröschen und Kröten, sondern an fast allen mit quergestreiften Muskelfasern versehenen Thieren (Jungen von *Perca fluviatilis*), Hühnerembryonen und jungen Sperlingen, Embryonen von *Mus decumanus*, Embryonen des Schweins, des Rindes, des Kaninchens, des Pferdes und des Menschen, Jungen von *Astacus fluviatilis*, Puppen von *Saturnia pyri* u. A.), deren Ergebnisse der neuesten Ansicht Kölliker's nicht weniger als günstig zu sein scheinen.

Ich war so glücklich, die Bildung von Muskelelementen in ihrer frühesten Entwickelungsperiode zu beobachten, und fand als erste Anlage derselben eigenthümliche Zellen, welche durch Theilung

[1]) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, IX. Bd., 8., S. 141 folg.

ihrer Kerne und Endogenese sich vermehren, und in denen sehr früh schon eine eigenthümliche Differenzirung des Inhalts einzutreten scheint, so dass dieser allmälig in zwei physikalisch, optisch und chemisch verschiedene Substanzen, die doppelt lichtbrechenden geformten Fleischkörnchen oder *sarcous elements* und die homogene einfach lichtbrechende Grundsubstanz zerfällt. Ich finde diese differenzirte contractile Substanz anfangs an der inneren Zellenwand abgelagert, bis allmälig das Innere der Zelle dadurch ganz ausgefüllt wird. Auf diese Weise sah ich eigenthümliche quergestreifte, cylindrische oder spindelförmige Körperchen entstehen, meist mit einem oder zwei lichten Kernbläschen. Diese Körperchen, die ich „*Sarcoplasten*" nenne, sind entweder einfach, oder auch mit 2—3 zackenförmigen Fortsätzen oder Ausläufern versehen. Ihre Grösse ist bei verschiedenen Thieren verschieden.

Was die Entstehungsweise und die weiteren Metamorphosen der Sarcoplasten anlangt, so glaube ich durch meine Beobachtungen sowohl ihr allgemeines Vorkommen als ihre wahre Bedeutung bei den meisten Thieren nachgewiesen zu haben. Man hat zwar früher schon bei der Entwickelung der Muskelfasern Zellen, sogenannte Muskelzellen beobachtet, jedoch ihre Bedeutung, so wie den ganzen Verlauf des Fleischbildungsprocesses, wie ich glaube, nicht richtig erfasst. Aus den Sarcoplasten sah ich nie Fibrillen entstehen, noch Röhren, noch weniger verlängern sich diese je zu einer ganzen Muskelfaser, sondern sie gehen in bestimmter Richtung und nach gewissen Gesetzen eine eigenthümliche Metamorphose ein, wodurch sie sich von allen anderen histologischen Elementen unterscheiden.

*Die Sarcoplasten sind die Bildungsstätten der Fleischsubstanz,* das ist: der Fleischkörnchen oder sogenannten *sarcous elements* und ihrer einzelnen doppelt brechenden Bestandtheile, der von Professor E. Brücke sogenannten *Disdiaklasten*, oder Doppelbrecher, und *der contractile Inhalt des Sarcolemma geht aus der Verschmelzung der Sarcoplasten hervor.* Man wird mich daher entschuldigen, wenn ich diese, ihrer wichtigen physiologischen Bedeutung wegen „*Sarcoplasten*" (Fleischbildner) genannt habe.

Die ersten Anlagen der Sarcoplasten habe ich bereits oben als

Zellen geschildert, die in einem homogenen Blastem neben zahlreichen Kernen eingelagert sind. Diese Kerne und das Blastem scheinen ein Product der Embryonalzellen zu sein.

Der Inhalt jener Zellen, aus welchem sich die Sarcoplasten herausbilden, erscheint anfangs ganz homogen und durchsichtig, doch unterscheidet er sich bald von dem Inhalte anderer Zellen, namentlich von den übrigen eiweissartigen Substanzen durch eine grössere lichtbrechende Kraft, von Fettstoffen aber dadurch, dass er weniger lichtbrechend als diese und in Aether unlöslich ist. Ausser diesem der Sarcode ähnlichen Inhalte lässt sich gleich anfangs in jeder Zelle ein bläschenartiger Kern wahrnehmen, der in seinem Innern häufig 1—2 glänzende Bläschen *(Nucleoli)* birgt. Die weitere Metamorphose dieser Zellen besteht nun darin, dass sich in dem Inhalte, und zwar zunächst an der einen Wandseite oder längs der ganzen innern Zellenwand sehr kleine, selbst mit den stärksten Vergrösserungen nur in Gestalt von Pünktchen, glänzende, stark lichtbrechende Körperchen ablagern. Diese scheinen anfangs längs der Zellenwand gleichmässig in dem homogenen Inhalte vertheilt, bald aber erscheinen sie regelmässig gruppirt in Gestalt der *sarcous elements*, durch kleine Zwischenräume von weniger lichtbrechender Substanz von einander getrennt, wodurch an solchen Stellen deutliche Querstreifen sichtbar werden. Diese eigenthümliche Differenzirung des Inhalts schreitet allmälig gegen die Mitte oder die andere Seite der Zelle fort, bis der ganze Inhalt sich endlich in zwei, physikalisch, optisch und chemisch verschiedene Substanzen sondert, nämlich in *die sarcous elements* — Fleischkörnchen oder Fleischprismen — und *die homogene Grundsubstanz*, in welcher die ersteren durch regelmässige Lagerung die Querstreifung bedingen.

Was die Kerne der Sarcoplasten betrifft, so scheinen diese in manchen Fällen allmälig zu schwinden, so dass dann auch an fertigen Muskelfasern im Innern keine Spur von Kernen zu finden ist. Bei den Batrachiern und Fischen hingegen, dann im Herzfleisch und im weissen Fleisch der Hühnerbrust lassen sich auch in fertigen Muskelfasern dieselben noch deutlich erkennen.

Durch Essigsäure quellen die jüngeren Sarcoplasten auf, die

Inhalt wird lichter, die Querstreifen anfangs deutlicher, und es erscheinen bald in einer homogenen flüssigen, zähen Masse kleine rundliche oder längliche, prismatische, cylindrische Körperchen *(sarcous elements)*, die gelblich, und nach Einwirkung von doppelt chromsaurem Kali grünlich gelb gefärbt sind. Später bilden sich, wahrscheinlich durch Endosmose, im Inhalte kleine, rundliche, oft mit einander verschmelzende Vacuolen, die Ränder der Sarcoplasten bekommen Einkerbungen, und es bleibt endlich eine durch unregelmässige Hohlräume zerklüftete Masse zurück, in der sich jedoch noch immer die optisch verschiedenen Substanzen theilweise erkennen lassen. Bei mehr entwickelten Sarcoplasten behalten die gelblichen stark lichtbrechenden Körnchen auch nach dem Aufquellen durch Wasser oder Essigsäure, mehr oder weniger ihre regelmässige Lagerung; später aber scheinen sie ihre Gleichgewichtslage zu verlieren, wodurch in der contractilen Masse wellenförmig oder spiralig gekrümmte, stark lichtbrechende Linien hervorgerufen werden. Letztere stellen in solchem Falle oft ein unregelmässiges Gewirr von wellig und spiralig verlaufenden Fäden dar, welche Erscheinung wohl darin ihre Erklärung findet, dass die in einer Richtung mehr zusammenhängenden lichtbrechenden Fleischkörnchen durch das Aufquellen und Eindringen von Wasser oder Essigsäure aus ihrer ursprünglichen regelmässigen Lage gebracht und seitlich verschoben werden.

Was die Zellenmembran betrifft, so ist diese an Sarcoplasten in frühester Periode deutlich als solche wahrzunehmen. Im weiteren Verlaufe der Metamorphose jedoch wird es äusserst schwierig, sich von der Existenz einer wirklichen Zellenhülle zu überzeugen. Bei reifen, in Verschmelzung bereits begriffenen Sarcoplasten habe ich nur durch Reagentien und Wasser hie und da einen lichteren Saum um den angequollenen Inhalt gesehen, was jedoch zur Constatirung einer wirklichen Zellmembran kaum genügend ist. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Zellmembran und der contractile Inhalt allmälig in Eins sich vereinigen und innig mit einander verwachsen.

*Die Bildung der quergestreiften Muskelfaser* anlangend, *geschieht diese durch Verschmelzung von mehreren Sarcoplasten, nicht aber durch einfache Verlängerung eines einzigen.* In dieser Hinsicht

stehen also meine Beobachtungen mit Lebert's, Remak's und Kölliker's Ansicht im Widerspruch. Auch kann ich nicht unerwähnt lassen, dass die Grösse meiner bei *Rana temporaria* gefundenen Sarcoplasten wenigstens viermal geringer ist, als die von Kölliker angegebene Grösse seiner bei demselben Thiere beobachteten Bildungszellen der Muskelfasern.

Ebenso stimmen meine Beobachtungen nicht überein mit der von Schwann [1]), Valentin [2]) und früher auch von Kölliker [3]) angenommenen Bildungsweise. Die quergestreifte Muskelfaser geht zwar aus der Verschmelzung von Sarcoplasten hervor, aber diese Verschmelzung unterscheidet sich von der durch Schwann angegebenen darin:

*1) dass nicht die homogenen Bildungszellen, sondern die bereits metamorphosirten Zellen oder Sarcoplasten mit einander verschmelzen;*

*2) dass diese Verschmelzung sowohl in einfachen als in mehrfachen Reihen geschehen kann, jedoch nie nach dem* Schwann'schen *Typus, sondern so, dass die Sarcoplasten sich schief mit ihren Spitzen nach Art der muskulösen Faserzellen über einander legen;*

*3) dass die ursprünglichen Zellmembranen mit dem differenzirten contractilen Inhalte verschmelzen und somit auch zur Bildung des Sarcolemma nichts beitragen, dieses vielmehr aus dem umgebenden Blastem durch eine Art Verdichtung entsteht*; endlich

*4) dass durch die Metamorphose und Verschmelzung der Sarcoplasten nicht Fibrillen entstehen, sondern eine continuirliche quergestreifte Masse, zusammengesetzt aus zwei physikalisch, chemisch und optisch verschiedenen Substanzen, der einfach lichtbrechenden Grundsubstanz und den darin eingebetteten Fleischkörnchen oder sarcous elements.*

---

[1]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung etc., 1839, S. 156 folg.

[2]) Entwicklungsgeschichte, S. 166. — Müller's Archiv, 1840, S. 198.

[3]) Annales des sc. nat., 1846, p. 93. — Mikroskop. Anat., II. Bd., 1. Hälfte, S. 252 folg.

Reichert [1]) und v. Holst [2]) lassen jede Fibrille aus je einer Zelle hervorgehen, welche sich allmälig verlängern soll, und mehrere solche zu Fibrillen verlängerte Zellen sollen ihrer Annahme zufolge ein Muskelprimitivbündel bilden. Die Sarcoplasten zeigen aber schon vor ihrer Verschmelzung ganz deutliche Querstreifen, und aus ihrer Verschmelzung entsteht nie ein Bündel von Fibrillen, sondern eine mehr oder minder continuirliche contractile Substanz, der Inhalt des Sarcolemma. Dieses selbst glaube ich nicht einfach aus Bindesubstanz zu bestehen, sondern aus einer elastischen, mit Kernen und häufig auch mit Fasern versehenen Membran, die in Gestalt eines Schlauches um die Sarcoplasten sich verdichtet.

Auch die Ansicht Leydig's [3]) kann mich nicht völlig befriedigen. Seine sogenannten Primitivcylinder oder ursprünglich umgewandelten Muskelzellen sollen nämlich nur seitlich mit ihren Rändern verschmelzen, und so ein Muskelprimitivbündel herstellen. Meinen Beobachtungen zufolge verschmelzen die bereits differenzirten quergestreiften Sarcoplasten nicht allein mit ihren seitlichen Rändern, sondern auch, indem sie sich gegenseitig mit ihren Spitzen berühren, nach Art der contractilen Faserzellen, und es bleibt nach dieser Verschmelzung keinerlei Zwischensubstanz zurück, wie sie Leydig in der Form eines anastomosirenden Lückensystems oder in Gestalt von Bindegewebskörperchen annehmen zu müssen glaubt.

*Was die ramificirten und netzförmig verwachsenen Muskelfasern anlangt*, so entstehen erstere durch Auswachsen der Fortsätze von Sarcoplasten, letztere aber durch das Verwachsen mehrerer mit Fortsätzen versehenen Sarcoplasten mit einander.

*Wenn ich nun sämmtliche auf die Entstehung und Umwandlung der Sarcoplasten sich beziehenden Thatsachen zusammenfasse*, so sehen wir zunächst kleine, runde oder ovale, kernhaltige, eigenthümliche Zellen in einem homogenen gallertigen oder feinfaserigen Blastem entstehen; diese Zellen vermehren sich durch Theilung der

[1]) Müller's Archiv, 1847, Jahresbericht, S. 17.

[2]) De structura musculi T. etc., 1846.

[3]) Lehrbuch der Histologie etc., 1857, S. 46 folg.

Kerne und Endogenese, und unterscheiden sich von allen anderen Gewebseinheiten dadurch, dass ihr Inhalt sich allmälig in contractile Substanz umwandelt, die anfangs homogen oder fein granulirt, sarcodeartig ist, bald aber sich in zweierlei Substanzen von verschiedener optischen, chemischen und physikalischen Eigenschaft sondert, nämlich wie E. Brücke zuerst nachgewiesen hat, in die einfach lichtbrechende oder isotrope Substanz und in die anisotropen oder doppelbrechenden *sarcous elements*, wobei die Differenzirung stets längs der inneren Zellenwand beginnt und allmälig gegen die Mitte der Bildungszelle fortschreitet, bis der ganze Zellenraum mit der differenzirten contractilen Substanz ausgefüllt ist, und die Zellmembran innig mit dieser verwächst. Die auf solche Weise gebildeten Sarcoplasten lagern sich seitlich neben und hinter einander und verschmelzen endlich zu einer continuirlichen Muskelsubstanz, dem Inhalte des Sarcolemma.

Aus den Untersuchungen, die ich nicht nur an Amphibien, sondern auch an Säugethieren, Menschen- und Vogelembryonen, Fischen, Crustaceen und Insekten über diesen Gegenstand angestellt hatte, lässt sich schliessen, dass die oben beschriebene Bildungsweise eine für die meisten Thierklassen allgemein gültige ist.

Aus dieser Bildungsweise, die ich auf unzählige Thatsachen glaube gestützt zu haben, *folgt jedoch von selbst, dass das Sarcolemma durchaus nicht als Zellenmembran betrachtet werden darf.*

Folgende Beobachtungen bestätigen überdies die Wahrheit dieser Aussage.

Untersucht man die embryonalen Muskelelemente im frühesten Stadium, so bemerkt man in der Bildung begriffene Sarcoplasten in einem homogenen, mit kleinen durchsichtigen, matt contourirten Kernen reichlich versehenen gallertigen Blastem eingebettet. Dieses Blastem hüllt auch die in Gruppen, sowie die neben einander liegenden Sarcoplasten ein, und es erscheint dieses dann häufig als eine faltige mit Kernen versehene Membran, an deren innerer Fläche die Sarcoplasten anliegen. Zwischen diesen, sowie an der inneren Seite des Sarcolemma sieht man ganz feine Fasern gestreckt oder geschlängelt verlaufen. Die Sarcoplasten, als Träger der activen

contractilen Substanz, sind durch ihre charakteristischen Eigenschaften vom Sarcolemma und den ihm zugehörigen Kernen und Fasern deutlich zu unterscheiden.

Nicht selten fand ich zwischen den Faserzügen des Sehnenbündels vollkommen ausgebildete Sarcoplasten einzeln oder gruppenweise liegen. Ueberdies sieht man auch die Sehnensubstanz häufig direct in das Sarcolemma übergehen, sowie man einzelne feine Fasern, die auf der inneren Fläche des Sarcolemma verlaufen, bis in die Sehnensubstanz verfolgen kann.

Diese Thatsachen, im Vereine mit der von mir erwiesenen Bildungsweise der contractilen Substanz, sind, wie ich glaube, schlagend genug, und sprechen offenbar gegen die gewöhnliche Annahme der Entstehung des Sarcolemma aus verschmolzenen Zellenmembranen, oder überhaupt aus einer Zellmembran.

*Es bleiben somit nur zwei Möglichkeiten für die Bildung des Sarcolemma. Entweder entsteht dasselbe durch eine Art Verdichtung* aus der homogenen oder fibrillären Bindesubstanz in Gestalt eines elastischen Häutchens, oder *das Sarcolemma ist ein Ausscheidungsprodukt der mit einander verschmelzenden Sarcoplasten.*

Da das Sarcolemma in vielen Fällen vor der contractilen Substanz entsteht und bei embryonalen Muskelfasern, wie ich mich bei starker Vergrösserung überzeugte, ausser den bekannten Kernen auch feine Fasern führt, die häufig mit den Sarcoplasten in Verbindung treten, so kann auch die Entstehung desselben keineswegs dem directen Einfluss der Sarcoplasten zugeschrieben werden. Doch liegt wohl darin kein zwingender Grund, letzteren bei der Bildung des Sarcolemma jedweden Einfluss abzusprechen. Möglich, dass sie nur mittelbar, modificirend auf die chemische Constitution der sie einhüllenden Bindesubstanz einwirken.

Alle meine Beobachtungen hingegen zwingen mich anzunehmen, dass bei der Consolidirung des Sarcolemma die oft in Theilung begriffenen Kerne desselben die Hauptrolle spielen.

Demnach wäre *zwischen der contractilen Substanz und dem elastischen Umhüllungsgebilde — dem Sarcolemma — nicht nur ein*

*physiologischer, physikalischer und chemischer, sondern auch ein bedeutender genetischer Unterschied erwiesen.*

---

Meine Untersuchungen liefern ferner eine weitere Stütze dafür, *dass zwischen den quergestreiften und glatten Muskelfasern in genetischer Beziehung kein wesentlicher Unterschied besteht.*

Beide Arten von Muskelfasern entstehen aus Sarcoplasten. Die einzigen Unterschiede, die aber nicht von Belang sind, dürften folgende sein:

*1. Dass bei der Bildung der glatten Muskelfasern die Sarcoplasten nicht so innig mit einander verschmelzen, wie bei den quergestreiften Muskelfasern.* Es dürfen jedoch auch in dieser Beziehung zwischen Beiden nicht so scharfe Grenzen gezogen werden; denn ich überzeugte mich von der Thatsache, dass manche glatte Muskelfasern aus vollkommener Verschmelzung der Sarcoplasten hervorgehen, sowie es andererseits quergestreifte Muskelfasern giebt, an deren Oberfläche die Grenzlinien zwischen den einzelnen nicht völlig mit einander verschmolzenen Sarcoplasten als dunkle einander nicht correspondirende Längsstreifen wahrgenommen werden.

*2. Ein weiterer Unterschied wäre der geringere Grad der Differenzirung des Inhalts bei den Sarcoplasten der glatten Muskelfasern.* Doch scheint auch dieser Unterschied nicht allgemein, seitdem bei vielen muskulösen Faserzellen durch G. Meissner [1]) die Gegenwart von Querstreifen constatirt wurde, und wie sich aus meinen Untersuchungen ergiebt, diese durch dieselbe Ursache, wie bei animalen Muskelfasern, nämlich durch regelmässige Anordnung der *sarcous elements* in homogener Grundsubstanz erzeugt werden.

*3. Dass gewöhnlich bei glatten Muskelfasern die Bindesubstanz sich nicht zu einem wahren Sarcolemmaschlauch consolidirt.*

---

### II. Ueber das Wachsthum und die Neubildung der Muskelfasern.

Was zunächst *das Längenwachsthum* der quergestreiften Muskelfasern betrifft, so habe ich hierüber an den Repräsentanten der ver-

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin, II. Bd., 1858, S. 316.

schiedenen Thierklassen directe Beobachtungen aufzuweisen, die mich zu dem Resultate führten, dass die Muskelfaser, indem sich an ihren Enden neue Sarcoplasten bilden, und diese allmälig mit einander und mit der übrigen Muskelsubstanz verschmelzen, an Länge zunehmen. Während sich jedoch auf solche Weise die contractile Substanz an beiden Enden der Muskelfaser vermehrt, scheint sich auch das Sarcolemma durch Vervielfältigung der Kerne und Verdichtung der die Sarcoplasten umgebenden nächsten Schichte der Bindesubstanz zu verlängern.

*Auf eine ganz ähnliche Weise scheint das Wachsthum der Muskelfaser nach der Breite oder Dicke stattzufinden.* Es ist mir gelungen, an verschiedenen Thieren Muskelfasern zu beobachten, die zwischen dem Sarcolemma und dem contractilen Inhalt einzelne oder gruppenweise neben einander liegende Sarcoplasten enthielten. Diese befanden sich oft auf verschiedener Entwickelungsstufe und hatten nach verschiedenem Grade ihrer Entwickelung theils einen homogenen, theils quergestreiften Inhalt. Durch die allmälige Verschmelzung der Sarcoplasten mit dem übrigen continuirlichen contractilen Inhalt erfolgt eine Vergrösserung des Muskelfaserdurchschnittes. Nicht selten begegnet man solchen Muskelfasern, die bei gleich grossen Abständen der Querstreifen stellenweise verdickt erscheinen, was darin seine Erklärung findet, dass die neugebildeten Sarcoplasten an manchen Stellen sich in grösserer Anzahl und gruppenweise entwickeln.

Was die physiologische und pathologische Zunahme der Muskeln anbelangt, so sind die Meinungen hierüber sehr verschieden.

G. Viner Ellis [1]) und Deiters [2]) wollen diese Zunahme blos durch die Vergrösserung der schon vorhandenen Muskelfasern erklären, und leugnen jede Neubildung von musculösen Elementen, Budge [3]) hingegen beweist durch seine Zählungen der Muskelfasern in dem *M. gastrocnemius* von drei jungen und zwei alten Fröschen,

[1]) Proc. of the Royal Society, 1856, Vol. VIII, Nr. 22, p. 212.

[2]) De incremento musculorum observationes anatomico-physiologicae Dissert. inaug. Bonnae 1856.

[3]) Archiv f. physiolog. Heilkunde, 1858, II. Bd., 1. Heft, S. 72.

dass bei erwachsenen Fröschen derselbe Muskel eine beträchtlich grössere Anzahl von Fasern enthält, als bei jungen.

Ueberdies sind bereits mehrere Fälle pathologisch neugebildeter Muskelfasern beschrieben worden, und zwar von Rokitansky[1]) bei einer Hodengeschwulst, von Weber [2]) bei Macroglossie, wie auch von Virchow [3]), Billroth [4]) und Senftleben [5]).

Kölliker [6]) hat ferner im schwangeren Uterus des Menschen, Kilian [7]) in dem der Säugethiere sowohl eine Vergrösserung der schon vorhandenen musculösen Elemente, als auch eine wahre Neubildung von solchen beobachtet.

Diese vereinzelten Beobachtungen finden nun in den Resultaten meiner, an zahlreichen jungen und noch im Wachsthum begriffenen Thieren verschiedener Classen angestellten Untersuchungen eine fernere Stütze. Man findet nämlich bei noch wachsenden Thieren, ausser den oben bereits geschilderten Sarcoplasten unter dem Sarcolemma, und an den Enden der schon gebildeten Muskelfasern auch solche, die in den Zwischenräumen der schon fertigen Muskelfasern, also ausserhalb des Sarcolemma liegen, und zwar theils isolirt, theils gruppenweise beisammen und in verschiedener Entwickelungsstufe, manche sogar im Begriff zu einer Muskelfaser zusammenzuschmelzen. Während ich bei einzelnen Thieren nur hie und da einzelne Sarcoplasten zwischen den übrigen Muskelfasern fand, wurde ich bei anderen Individuen und in gewissen Muskeln durch die grosse Menge derselben sehr freudig überrascht. In solchen Fällen gelang es mir nicht selten an einem und demselben Gegenstande sämmtliche Entwickelungsstufen der sich neubildenden Muskelfasern zu beobachten.

*Die Frage somit bezüglich der physiologischen und pathologischen Zunahme der Muskeln* dürfte derart zu beantworten sein, dass

[1]) Zeitschrift d. Wiener Aerzte, 1849, S. 331.

[2]) Virchow's Archiv, 1854.

[3]) Virchow's Archiv, 1854, S. 126.

[4]) Virchow's Archiv, VIII. Bd.

[5]) Virchow's Archiv, XV. Bd.

[6]) Mikrosk. Anat., II. Bd., 2. Hälfte, S. 448 folg.

[7]) Zeitschr. f. rat. Medicin, VIII. und IX. Bd.

*man dieselbe theils der Volumzunahme der schon vorhandenen Muskelfasern, theils aber einer wirklichen Neubildung der Muskelkelfasern zuschreiben müsse*, besonders aber in solchen Fällen, wo das Wachsthum mit einer gewissen Intensität und Raschheit auftritt.

Eine andere Frage ist die, ob eine fortdauernde Neubildung von Muskelelementen stattfinde, während durch die Thätigkeit der Muskeln die alten resorbirt würden.

Meine zahlreichen Beobachtungen geben mir einigermaassen die Berechtigung über diesen Gegenstand, meine Meinung dahin auszusprechen, dass zwar eine Neubildung von Muskelelementen während des Wachsthums der Thiere unzweifelhaft sei, dass aber deshalb eine fortwährende Neubildung an Stelle der durch Thätigkeit verloren gegangenen Muskelfasern doch nicht statuirt werden kann. Ich glaube vielmehr annehmen zu müssen, dass der gewöhnliche Stoffwechsel einer schon fertigen Muskelfaser ein molecularer sei und sich bloss auf den Ersatz der durch die Thätigkeit höchst wahrscheinlich verloren gegangenen Muskelmolekeln beschränke.

---

### III. Ueber den feineren Bau der Muskelfasern.

*Die Resultate meiner Beobachtungen über die Genese der Muskelfasern sprechen entschieden gegen die Präexistenz der Muskelfibrillen*, Thatsache ist es dagegen, *dass die Fleischkörnchen oder Fleischprismen (sarcous elements) als ein Product der Differenzirung aus dem Inhalte eigenthümlicher Zellen der sogenannten Sarcoplasten entstehen.* An diesen erkennt man ganz deutlich die Querstreifen bedingt durch die regelmässige Lagerung der doppelt brechenden Fleischkörnchen in einem sonst homogenen einfach lichtbrechenden Inhalte. Von Fasern oder Fibrillen, sowohl geraden und varicösen, als spiralig gewundenen, ist innerhalb der Sarcoplasten keine Spur vorhanden.

Die Resultate dieser Beobachtungen stimmen sowohl mit E. Brücke's [1]) *Theorie, als mit* Dubois-Reymond's *bekannten*

---

[1]) Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern etc. im XV. Bd. der Denkschriften der mathem.-naturw. Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

*Gesetzen vollkommen überein*, wie sich denn auch alle meine übrigen Beobachtungen über die Structur der Muskelfasern, sowohl der quergestreiften als der glatten, zur Annahme dieser Ansicht vereinen.

*Die Grösse und die Gestalt der sarcous elements ist nicht nur bei verschiedenen Thieren, sondern auch bei einem und demselben Muskel eines Thieres verschieden;* ja es können dieselben mitunter innerhalb einer Muskelfaser differiren. Die *Gestalt* ist meist eine kugelrunde, ellipsoidische oder cylindrisch-prismatische. Aus der Verschiedenheit der Form und Grösse der *sarcous elements* folgt jedoch von selbst, dass dieselben, wie E. Brücke ganz richtig annimmt, nicht selbst feste oder bläschenartige Körperchen von constanter Grösse und Gestalt sein können, wie dies Munk [1]) in neuester Zeit behauptet, sondern dass sie nur durch Gruppirung sehr kleiner, fester, doppelt brechender Körperchen, der sogenannten Disdiaklasten, gebildet werden.

Ihre *Lagerung* in der homogenen einfach lichtbrechenden Grundsubstanz ist eine derartige, dass sie in gewissen Abständen, die sehr variiren können, sowohl nach der Länge, als nach der Quere der Muskelfaser neben- und über einander gelagert durch ihre regelmässige Anordnung die Querstreifung erzeugen.

Betrachtet man eine quergestreifte Muskelfaser (die des Frosches z. B.) bei starker Vergrösserung, so erscheinen bei hoher Einstellung des Mikroskopes anfangs die kleinsten optischen Segmente der doppelt brechenden Querschichte, in welcher die *sarcous elements* liegen, als kürzere Querreihen; jemehr aber das Rohr gesenkt wird, desto grössere Segmente rücken auch in den Focus, so dass bei mittlerer Einstellung die Querreihen der *sarcous elements* das Maximum ihrer Länge erreichen; bei noch tieferer Einstellung nimmt die Länge derselben wieder in dem Maasse ab, als die unteren kleineren Segmente dadurch in den Focus gelangen. Daraus lässt sich nun schliessen, dass die *sarcous elements* nicht etwa bloss an der Oberfläche in einfachen Reihen sich befinden, wie dies Berlin [2]) in

[1]) Göttinger Nachrichten, Februar, 1858.

[2]) Archiv für holländ. Beiträge zur Natur- und Heilkunde, Utrecht, I. Bd., 5. Hft., S. 445.

neuester Zeit irrig behauptet, sondern die ganze Breite des Querschnittes einnehmen.

Die Untersuchung des contractilen Inhaltes an Querschnitten unterliegt manchen Schwierigkeiten, welche wohl die Ursachen sind, dass in neuester Zeit bei einem Theil der Histologen in Bezug auf die Deutung der Querschnitte von Muskelfasern eine so grosse Meinungsverschiedenheit herrscht, und dass von einigen Forschern histologische Elemente in die Anatomie der quergestreiften Muskelfaser eingeführt wurden, die als solche gar nicht existiren.

Hat man eine grosse Anzahl von Muskelquerschnitten genau durchstudirt, so kommt man bald zu der Ueberzeugung, dass wohl die wenigsten Durchschnitte von Muskelfasern an ein und demselben Präparate den Inhalt des Sarcolemma ganz unversehrt und in der natürlichen Lagerung zeigen. Die Ursachen hiervon liegen *erstens* darin, dass die contractile Substanz durch das Eintrocknen und die nachherige Anfeuchtung Veränderungen erleidet, wodurch Risse, Spalten oder Klüftungen entstehen, die durch ihren Lichtreflex und die zugespitzten Enden, oder auch durch die gezackten Ränder das täuschende Bild von Bindegewebskörperchen geben können; *zweitens*, dass viele Schnitte nicht senkrecht zur Axe der Muskelfasern ausfallen, manche derselben auch zu dünn oder zu dick sind, als dass man daraus die wahre Structur erkennen könnte; ferner müssen wohl auch alle jene Formen berücksichtigt werden, welche durch die mechanischen Eingriffe des Messers entstehen, wodurch namentlich die Fleischkörnchen leicht aus ihrer regelmässigen Lage gebracht, verschoben, gequetscht oder zerdrückt werden können. Ueberdies können bei noch in der Bildung begriffenen Muskelfasern im Querschnitte einzelne mit der übrigen Substanz nicht ganz verschmolzene Sarcoplasten vorkommen.

An ganz gelungenen Durchschnitten habe ich innerhalb des Sarcolemma, ausser den theils nur an der Oberfläche, theils aber auch im Innern der contractilen Substanz vorkommenden Kernen stets nur kleine runde Körnchen in der homogenen Masse eingelagert gefunden, ohne irgend eine Spur von Spalten oder Lücken. Die Fleischkörnchen lagen dann meist in regelmässig verlaufenden

concentrischen Reihen in der homogenen Grundsubstanz durch die ganze Breite des Durchschnittes eingebettet. Solche Querschnitte können allein für maassgebend zur Beurtheilung der eigenthümlichen inneren Anordnung der Fleischkörnchen betrachtet werden.

Alle jene Bilder, die für Bindegewebskörperchen u. s. w. gehalten werden, reduciren sich entweder auf Spalten und Risse in der contractilen Substanz, oder auf verschobene und zerdrückte *sarcous elements*, oder endlich auf Sarcoplasten.

Alle meine zahlreichen Beobachtungen an Querschnitten verschiedener Thiere sprechen entschieden *sowohl gegen die Existenz von Bindegewebskörperchen oder Muskelkörperchen* (Leydig, Welcker) *als gegen die sogenannten plasmatischen Canäle* (Welcker) innerhalb der contractilen Substanz der Muskelfaser.

---

In Betreff *des Sarcolemma* wurde schon oben bemerkt, dass *dasselbe im embryonalen Zustande nicht ganz structurlos sei*, sondern feine Fasern enthalte, die auf der inneren Fläche desselben verlaufen und häufig mit Sarcoplasten in directer Verbindung stehen. Ich untersuchte später an ganz gebildeten Muskelfasern das Sarcolemma bei verschiedenen Thieren und mit starken Vergrösserungen und fand, dass auch hier an der inneren Fläche des Sarcolemma ganz feine Fäden verlaufen und häufig in Kerne anzuschwellen scheinen.

*Was die Anheftung der Muskelfasern an die Sehnen anbelangt*, so habe ich, ebenso wie neuerer Zeit Fick [1]) nur eine Art des Ansatzes gefunden. Eine seitliche Verklebung der Muskelelemente, wie sie Kölliker bei schiefem Ansatz beschreibt und in seiner mikrosk. Anatomie (II. Bd., 1. Hälfte, S. 219, Fig. 63) abbildet, habe ich nie gesehen.

*Das Sarcolemma bildet einen direct in die Sehne übergehenden Schlauch, in welchem die contractile Substanz enthalten ist. Auch sehe ich zwischen dem Sarcolemma und dem contractilen Inhalt feine Fäden verlaufen, die sich oft bis in die Sehnensubstanz verfolgen lassen*, und zwar nicht nur bei Wirbelthieren, sondern auch

---

[1]) Müller's Archiv, 1856, S. 425 folg.

bei Articulaten. *Ueberdies treten noch innere Fäden des Sehnenbündels mit dem Ende der Muskelfaser in Verbindung;* es ist aber höchst wahrscheinlich, dass dieselben bei ganz gebildeten Muskelfasern nicht in das Innere hineindringen.

---

Schliesslich muss noch über die Structur der musculösen Faserzellen bemerkt werden, *dass ich ebenso, wie* Meissner [1]), *wahre Querstreifen an denselben gesehen habe;* doch waren dieselben nicht so scharf gezeichnet, wie sie dieser Forscher abbildet. Die Querstreifen erschienen mir nämlich (bei 525maliger Vergrösserung eines Powel- und Laland'schen sehr ausgezeichneten Mikroskopes) nicht als zarte Linien, noch weniger als Runzeln oder Faltungen der Oberfläche, sondern als Reihen ganz kleiner, lichter, glänzender Pünktchen, oder auch deutlich contourirter Körnchen, welche rechtwinklig zur Längsaxe der Faserzelle und parallel neben einander verliefen. Auch waren diese Querreihen, so wie bei den übrigen quergestreiften Muskelfasern, durch kleine Zwischenräume von einander getrennt.

Diese Körnchen, die allen ihren Eigenschaften nach, bis auf ihre geringere Grösse, den Fleischkörnchen der übrigen Muskelfasern entsprechen, sind bei manchen Zellen in geringerer Anzahl vorhanden; auch giebt es Faserzellen, in denen die Fleischkörnchen mehr zerstreut und ohne besondere Ordnung in der homogenen Grundsubstanz eingelagert sind.

*Man ersieht hieraus, dass die Querstreifen auch bei den Elementen der glatten Muskelfasern vorkommen, und dass diese, wie bei den quergestreiften Muskelfasern, durch die regelmässige Anordnung der Fleischkörnchen oder sarcous elements in einer homogenen, optisch und chemisch differenten Grundsubstanz bedingt werden.* Sie fehlen bei allen jenen Muskelelementen, bei welchen die Fleischkörnchen entweder nicht regelmässig geordnet, oder wegen ihrer Kleinheit nicht wahrnehmbar sind.

---

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin, 1858, II. Band, S. 316 folg.; Taf. V.

In der Regel besitzen die musculösen Faserzellen einen rundlich-ovalen, bläschenartigen oder auch linearen, stäbchenförmigen Kern, doch begegnet man hie und da Faserzellen mit ganz geschwundenem Kern, an denen nach Zusatz von Essigsäure keine Spur eines solchen zu erkennen ist.

---

Zum Schlusse will ich noch die Hauptergebnisse meiner Beobachtungen in Kürze zusammenfassen.

### I. Bildung der quergestreiften Muskelfasern.

1) *Die Bildung des Sarcolemma* ist von der Entwickelung der contractilen Substanz genau zu unterscheiden.

2) Das Sarcolemma ist keine Zellenmembran und ist auch nicht durch Verschmelzung von Zellenmembranen entstanden.

3) Dasselbe bildet sich durch eine Art Verdichtung aus der homogenen oder fibrillären Bindesubstanz in Gestalt eines elastischen Begrenzungshäutchens und unter Mitwirkung der Kerne.

4) *Die contractile Substanz* ist das Product eigenthümlicher Zellen — *sogenannter Sarcoplasten* — welche im Blastem und längs der Fasern des Sarcolemma entstehen und sich anfangs durch *Theilung der Kerne und Endogenese vermehren.*

5) Diese Zellen gehen eine eigenthümliche Metamorphose durch, indem sich ihr Inhalt in Fleischsubstanz umwandelt.

6) Die Metamorphose besteht darin, dass sich in dem homogenen Inhalte der Zelle anfangs sehr kleine, stark lichtbrechende, gelbliche Körperchen von verschiedener Gestalt und Grösse bei verschiedenen Thieren und Muskeln differenziren und allmälig in Querreihen oder Querschichten längs der Zellenwand ablagern.

7) Die Ablagerung dieser Fleischkörnchen oder *sarcous element* schreitet von der Peripherie der Sarcoplasten gegen die Mitte oder von der einen Seitenwand zur anderen hin, bis der ganze Zellenraum mit differenzirter Fleischsubstanz ausgefüllt ist.

8) Die auf diese Art differenzirten Sarcoplasten stellen rundlich-ovale, cylindrische, mehr oder weniger spindelförmige Körper

dar, mit deutlicher Querstreifung, und enthalten ausser der contractilen Substanz oft 1—2 lichte Bläschen (Kernbläschen). Die Zellenmembran ist innig mit dem Inhalte verwachsen und kann an vollkommen gebildeten Sarcoplasten direct nicht nachgewiesen werden.

9) *Die Sarcoplasten können Fortsätze treiben,* 2—3 oder mehrere, wobei stets eine Theilung der Kernbläschen vorangeht. Die Bildung dieser Fortsätze scheint durch eine Art *Knospung* zu geschehen.

10) Die Sarcoplasten, die gewöhnlich längs der feinen Fasern des embryonalen Sarcolemma entstehen, lagern sich neben und hinter einander und verschmelzen allmälig mit einander.

11) *Die Verschmelzung* kann sowohl in einfachen als in mehrfachen Reihen geschehen, immer jedoch so, dass sich die Sarcoplasten dabei nicht mit breiter Basis berühren, sondern mit ihren Spitzen nach Art der musculösen Faserzellen schief an einander legen.

12) Der contractile Inhalt des Sarcolemma ist daher ein Produkt der Verschmelzung mehrerer Sarcoplasten, die anfangs mit den Fasern des Sarcolemma in Verbindung stehen, und von den letzteren in Gestalt eines Schlauches umschlossen werden.

13) Die quergestreifte Muskelfaser geht somit weder aus der Verschmelzung einer einfachen Zellenreihe (nach Schwann'schem Typus), noch aus der Verlängerung einer einzigen Embryonalzelle hervor (Lebert, Remak, Kölliker).

14) Ebenso muss die von Reichert, wie auch die von Leydig gegebene Darstellung der Bildungsweise der Muskelfasern als unrichtig betrachtet werden.

15) *Die Sarcoplasten sind die Bildungsstätten der Fleischsubstanz,* nämlich der in homogener Grundsubstanz eingelagerten Fleischkörnchen — *sarcous elements* — und ihrer doppelt brechenden Bestandtheile, der von E. Brücke genannten Disdiaklasten, und der contractile Inhalt des Sarcolemma geht aus der Verschmelzung der Sarcoplasten hervor.

16) Derselbe Bildungsmodus wurde nicht nur an Wirbelthieren und an Menschen, sondern auch an Insecten und Decapoden beobachtet, kann also als allgemein gültig betrachtet werden.

17) *Die Herzmuskelfasern* bilden sich ebenfalls aus Sarcoplasten heran, welche netzförmig mit ihren Fortsätzen verschmelzen.

### II. Bildung der glatten Muskelfasern.

18) Die Elemente der glatten Muskelfasern sind Sarcoplasten, bei denen der Inhalt dieselbe Metamorphose durchläuft, mit dem Unterschiede allein, dass die doppelt brechenden Fleischkörnchen viel kleiner sind und sich in geringerer Menge differenziren. Auch ist die regelmässige Anordnung derselben viel seltener; doch findet man auch bei glatten Muskelfasern Sarcoplasten mit Querstreifen, bedingt durch die regelmässige Lagerung der Fleischkörnchen in der homogenen Grundsubstanz.

19) Die glatte Muskelfaser entsteht dadurch, dass sich mehrere neben und hinter einander gelagerte und mittelst Bindesubstanz und elastischer Fasern mit einander zusammenhängende Sarcoplasten zu einem Bande vereinen, dessen Elemente in der Regel nicht so vollständig, wie bei quergestreiften Muskelfasern mit einander verschmelzen.

### III. Wachsthum und Neubildung der Muskelfasern.

20) Das Längenwachsthum der quergestreiften Muskelfaser geschieht durch Vermehrung von Sarcoplasten innerhalb des Sarcolemma an den Enden der Muskelfaser, wobei auch letzteres durch Vermehrung der Kerne an Länge zunimmt.

21) Das Dickenwachsthum erfolgt durch Sarcoplasten, welche sich an der inneren Wand des Sarcolemmaschlauches bilden und allmälig mit einander und mit der übrigen Muskelsubstanz verschmelzen.

22) Die physiologische wie pathologische Volumzunahme geschieht theils durch Dickenzunahme der schon fertigen, theils durch Bildung neuer Muskelfasern zwischen den bereits gebildeten.

23) Während des Wachsthums der Thiere und ihrer einzelnen musculösen Apparate findet eine Neubildung von musculösen Elementen Statt, welche denselben Gesetzen folgt, wie die erste Entwickelung der Muskelfasern aus Sarcoplasten.

24) Eine fortdauernde Neubildung von Muskelelementen, während im Leben durch die Thätigkeit derselben die alten resorbirt würden, wird durch die Erfahrung nicht bestätigt. Der Stoffwechsel in den Muskeln scheint ein bloss molecularer zu sein, und gründet sich nicht auf den Wechsel seiner histologischen Elemente.

#### IV. Structur der Muskelfasern.

25) *Das Sarcolemma scheint nicht ganz structurlos zu sein.* Dasselbe besteht aus einem elastischen Begrenzungshäutchen, welches mit Kernen und feinen Fasern an der inneren Fläche versehen ist.

26) Das Sarcolemma bildet einen direct in die Sehne übergehenden Schlauch, worin die contractile Substanz enthalten ist.

27) Zwischen dem Sarcolemma und dem contractilen Inhalt desselben verlaufen eigenthümliche feine Fasern, die sich bis in die Sehne verfolgen lassen, und zwar nicht nur bei Wirbelthieren, sondern auch bei Articulaten.

28) Es treten überdiess noch innere Sehnenfäden mit dem Ende der Muskelfaser in Verbindung; es ist aber höchst wahrscheinlich, dass dieselben bei ganz gebildeten Muskelfasern in das Innere nicht hineindringen.

---

29) *Der contractile Inhalt des Sarcolemma ist das Product der Verschmelzung von Sarcoplasten*, und besteht, wie diese, aus kleinen geformten Partikelchen (Fleischkörnchen oder *sarcous elements)* und einer homogenen Grundsubstanz, in welcher erstere eingebettet sind. Beide Substanzen unterscheiden sich physikalisch, chemisch und optisch von einander.

30) E. Brücke's Theorie über den feineren Bau der Muskelfasern beruht auf Thatsachen, die durch meine histogenetischen und vergleichenden Beobachtungen bestätigt werden.

31) Die Grösse und die Gestalt der Fleischkörnchen ist nicht nur bei verschiedenen Thieren, sondern auch bei ein und demselben Muskel eines Thieres verschieden; ja es können dieselben sogar innerhalb einer Muskelfaser differiren. Auch die Abstände der Fleisch-

körnchen von einander können sowohl nach der Länge als nach der Breite der Muskelfaser variiren.

32) Die Fleischkörnchen finden sich nicht allein an der Oberfläche, sondern in der ganzen Dicke der Muskelfaser.

33) *Die Querstreifung* wird durch die regelmässige Anordnung der Fleischkörnchen in parallelen Querschichten, die durch die homogene einfach lichtbrechende Grundsubstanz von einander getrennt werden, erzeugt.

34) *In der lebenden Muskelfaser existiren weder Fibrillen noch Scheiben;* diese sind bloss das Product der Längs- oder Querspaltung, welche bei todten und macerirten Muskelfasern unter gewissen Umständen eintreten kann.

35) *Im Innern der contractilen Substanz existiren bei quergestreiften Muskelfasern weder Bindegewebskörperchen, noch plasmaführende Canäle* (Leydig, Welcker).

36) Die im Innern oder an der Oberfläche der contractilen Substanz vorkommenden Kerne sind ihrem Ursprung und ihrer Bedeutung nach von den Kernen im Sarcolemma zu unterscheiden. Erstere sind die Kerne jener Sarcoplasten, aus deren Verschmelzung die Muskelfaser hervorgegangen ist; letztere gehören dem Sarcolemma zu.

37) Die an Querschnitten als Bindegewebskörperchen oder sogenannte Muskelkörperchen und als Durchschnitte von Canälen gedeuteten Bilder reduciren sich entweder auf Spalten in der getrockneten contractilen Substanz, oder auf zerdrückte Fleischkörnchen, oder auf einzelne mit der übrigen Substanz nicht ganz verschmolzene Sarcoplasten.

38) Die längs der Oberfläche der Muskelfasern nicht selten vorkommenden, dunkeln, einander nicht correspondirenden, unterbrochenen Längslinien sind die Grenzlinien zwischen den einzelnen Sarcoplasten, die oft auch später noch bei ganz gebildeten Muskelfasern sichtbar bleiben.

39) *Die contractilen Faserzellen oder Sarcoplasten der glatten Muskelfasern bestehen aus einer homogenen Grundsubstanz und den stark lichtbrechenden Fleischkörnchen.* Diese können hier ebenso, wie bei quergestreiften Mulkelfasern, durch ihre regelmässige Anordnung eine deutliche Querstreifung hervorrufen. Bei allen jenen Faserzellen, die keine deutliche Querstreifung zeigen, sind die Fleischkörnchen entweder unregelmässig in der homogenen Grundsubstanz eingelagert, oder wegen ihrer Kleinheit nicht sichtbar.

40) Musculöse Faserzellen besitzen in der Regel einen rundlich-ovalen, bläschenartigen, oder linearen stäbchenförmigen Kern; doch ist auch das Fehlen des Kernes bei manchen Faserzellen nicht selten.

# XX.

## Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische System der *Blatta orientalis*.

(Angestellt im physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Von **Samuel Basch** [1]).

(Mit 13 Abbildungen.)

Die Angaben, welche wir über das chylopoetische System der Insecten besitzen, gehören grösstentheils einer älteren Zeit an und man konnte hoffen, mit den Hülfsmitteln, die uns heute zu Gebote stehen, unsere Kenntniss des Gegenstandes zu erweitern. Deshalb unternahm ich unter der gütigen Anleitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professors E. Brücke, nachstehende Arbeit, die vorzüglich zum Zwecke hat, die morphologischen Verhältnisse des Darmkanals und der in denselben einmündenden Drüsen von *Blatta orientalis* näher zu beleuchten, aber auch zugleich die Function der einzelnen Theile, so weit es bis jetzt möglich ist, zu erörtern.

### Theile des Darmkanals.

Zunächst hinter dem Mundkauapparat, also noch in der Kopfhöhle eingeschlossen, findet man den weiten trichterförmigen Schlund (faux) (Fig. 1 *aa*). Er liegt nicht wie der übrige Darm frei, sondern ist

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

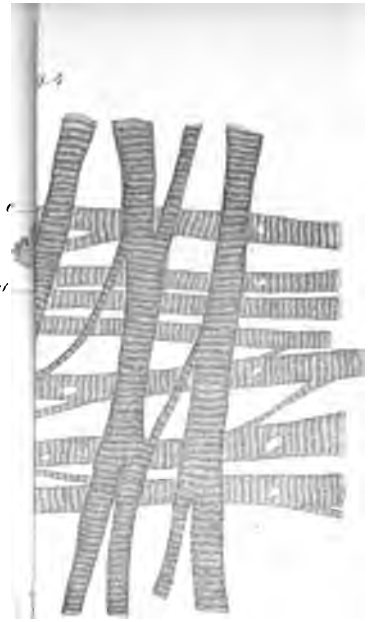
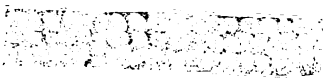


Fig 6 a

Fig. 6 b

Fig. 7

Fig. 12



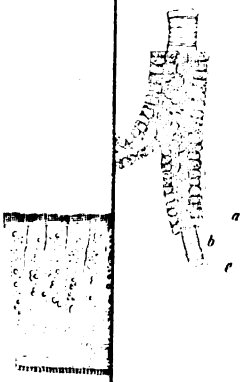



Fig. 13

durch Muskeln und Bindegewebe an seine Umgebung angeheftet. An seinem unteren, vorderen Ende münden die Speicheldrüsen. Diese scheint weder Ramdohr[1]), noch Marcel de Serres[2]) gekannt zu haben, denn in ihrer Beschreibung von *Blatta orientalis* geschieht davon nirgends Erwähnung. Burmeister[3]) beschreibt bei *Blabera trapezoidea* conglomerirte, aus 8—10 Gruppen von Drüsenbalgen bestehende Speicheldrüsen, deren einzelne Drüsenkörperchen sich nach und nach zu zwei Ausführungsgängen verbinden, die ihrerseits wieder zu einem Stamme sich vereinen, der in den Mund unter der Zunge einmündet. Diese Form giebt er auch überdies als bei allen Orthopteren im Allgemeinen vorkommend an. Auch Leon Dufour[4]) beschreibt dieselben, unterscheidet aber schon an ihnen zwei Hauptbestandtheile, und zwar die eigentlichen Speicheldrüsen und das Speichelreservoir. Doch kennt er das Verhältniss der Ausführungsgänge der beiden Bestandtheile zu einander nicht genau. Folgendes beobachtete ich bloss mit einfacher Loupe: Die Speicheldrüsen liegen zwei an der Zahl an der unteren Wand des Oesophagus. Die von den Thoraxstigmen kommenden Tracheen, welche zunächst den Oesophagus vielfach umspinnen, geben auch sehr viele Aeste an die Speicheldrüsen ab, und bewirken dadurch, dass diese ziemlich fest an den Oesophagus angeheftet werden. Man kann deutlich an ihnen zwei Hauptbestandtheile wahrnehmen: 1. einen eigentlich drüsigen (Fig. 1 *c*) und 2. einen blasigen (Fig. 1 *d*), den, wie schon bemerkt, Leon Dufour Speichelreservoir nennt.

Ersterer besteht aus vielen kleinen theils rundlichen, theils dreieckigen Läppchen, deren Ausführungsgänge, nachdem sie sich zuvor vielfach dichotomisch verästelt haben, jederseits zu einem Ausführungsgang (Fig. 1 *c'*) sich vereinen. Diese beiden grösseren Ausfüh-

---

[1]) Ramdohr's Abhandlung über die Verdauungsorgane der Insecten. Halle 1811. Taf. I, Fig. 2.

[2]) Marcel de Serres observations sur les Insectes etc. Paris 1813, 4, pl. II. f. 1. und in Annales du Museum d'histoire naturelle. Observations sur les usages de diverses parties des Insectes. Tom. XX. pl. 15. f. 1.

[3]) Burmeister, Handbuch der Entomologie, II. Band. 2. Abtheil. S. 473.

[4]) Leon Dufour, Recherches sur les Orthoptères etc. 336.

rungsgänge vereinigen sich ebenfalls, um einen grossen gemeinsamen Stamm (Fig. 1 *c''*) zu bilden. Der zweite, die Speichelblase (Fig. 1 *d*), besteht aus einem äusserst zartwandigen birnförmigen Säckchen mit oberen schmalen und unteren erweiterten Enden, liegt gleichsam im Drüsenparenchym eingebettet, ragt nur mit seinem unteren Ende frei hervor, und die vorderen schmalen und röhrigen Enden desselben treten ebenfalls in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang (Fig. 1 *d'*) zusammen, der, nachdem er den Hauptausführungsgang der eigentlichen Speicheldrüsen aufgenommen, in den Schlund einmündet.

Dem Schlunde folgt nun jene Partie des Darmkanals, die die Brust- und Bauchhöhle grösstentheils erfüllt, deren erster Abschnitt der Oesophagus ist (Fig. 1 *a*). Diesen kann man in zwei Theile trennen, einen oberen röhrigen mit dem Schlunde in Verbindung stehenden, den Oesophagus (Fig. 1 *a*) im engeren Sinne des Wortes, und einen unteren an den Magen grenzenden erweiterten Theil, den Kropf (*ingluvies*), (Fig. 1 *b*).

Der erstere reicht vom Kopf bis in die Gegend des Metathorax, der zweite von da bis in die obere Hälfte des Abdomen.

Beide Theile gehen unmerklich in einander über, obwohl es Fälle giebt, in denen der ganze Oesophagus durch eine mittlere Einschnürung in zwei Theile geschieden ist. Diese Einschnürung nimmt Ramdohr[1]) als constant vorkommend an und zeichnet sie auch als solche. Doch bei der grossen Anzahl von Individuen, die ich anatomirte, sind mir im Ganzen nur äusserst wenige Fälle dieser Art vorgekommen, und ich muss daher in dieser Hinsicht auch vollkommen der Aussage Leon Dufour's [2]) beipflichten, der dieses Vorkommniss ebenfalls als sehr selten bezeichnet.

Die Gestalt und Consistenz des Oesophagus ist, wie schon Leon Dufour[3]) angiebt, nicht constant, sondern sie wechselt je nach der Menge und Beschaffenheit des Inhalts. Im mässig gefüllten Zustande sind seine Wände dick und zusammengezogen und es zeigen sich an

---

[1]) L. c. Tab. I, fig. 2.

[2]) L. c. 367.

[3]) L. c. 369.

seiner Oberfläche deutliche Längsfalten; dünn und beinahe durchsichtig sind aber jene Wände, wenn sie von Speisen überfüllt, oder von Luft ausgedehnt werden. In einem solchen Zustande ist keine Längs-, sondern eine leichte Querstreifung sichtlich.

Der nächstfolgende Abschnitt ist der Kaumagen [1]) *(proventriculus)* (Fig. 1 *e*). Dieser hat die Form eines abgestutzten Kegels, der jedoch an der Abstutzungsfläche abgerundet erscheint. Er ist so zwischen dem Oesophagus und dem ihm folgenden Darmabschnitt, dem Chylusmagen (Fig. 1 *o*) eingeschaltet, dass seine Basis mit dem Oesophagus und die Abstutzungsfläche mit dem Chylusmagen in Verbindung steht. Die Wände desselben sind im Vergleiche mit denen des übrigen Darms auffallend dick und von einer sehr derben und festen Consistenz.

Trennt man ihn an der Verbindungsstelle mit dem Kropfe, und beobachtet man ihn an der dem letzteren zugekehrten Fläche, so erhält man das Bild einer sechseckigen und rothbraunen Rosette, deren Radien, wenn man den Kaumagen öffnet und in der Fläche ausbreitet, als sechs zahnartige Vorsprünge (Fig. 2 *a*) erscheinen. Mit ihrer breiten Basis sind dieselben an die Innenwand angeheftet, während die schnabelartig zugespitzten Enden die mit einander convergiren, frei in die Höhle des Kaumagen-Lumens hineinragen [2]). Diese sechs Zähne sind durch eben so viele Zwischenräume von einander getrennt, die von zwölf leistenartigen Vorsprüngen in folgender Anordnung besetzt sind (Fig. 2). In der Mitte eines jeden Zwischenraumes befindet sich eine grosse breite Leiste (Fig. 2 *b*), die so lang als der Zahn ist und in ein abgerundetes löffelförmig erweitertes Ende ausgeht. Zu beiden Seiten derselben befinden sich fünf kleinere (Fig. 2 *c*), die mit ihren Enden sich der erwähnten grossen Leiste zuneigen. Ausserdem laufen noch zu beiden Seiten des Zahnes Längsleisten (Fig. 2 *f*) herab, die mit demselben convergiren, und an welche sich

[1]) Cardia nach Posselt, Faltenmagen nach Ramdohr, Gésier nach Leon Dufour, Lacordaire und überhaupt allen Franzosen.

[2]) Burmeister, II. Bd. S. 47, beschreibt in ähnlicher Weise den Kaumagen von *Blabera trapezoidea*.

unterhalb der Zähne gelegene Taschen anheften. Diese Taschen (Fig. 2 *d* und *e*) stehen kreisförmig je zu sechsen in zwei unter einander liegenden parallelen Reihen. Die der ersten, zunächst unter den Zähnen liegenden Reihe angehörigen Taschen (Fig. 2 *d*) sind ziemlich gross, beinahe mit freiem Auge sichtbar und an die erwähnten Leisten angeheftet. Die der zweiten Reihe dagegen sind viel kleiner und stehen mit keinen Leisten im Zusammenhange. Beide sind mit braunen Härchen von 0,01 — 0,02 Millim. Länge besetzt. Diesen Zahnapparat beschreiben schon Ramdohr [1]), Leon Dufour [2]) und Menzel [3]), doch was die Taschen betrifft, so kannte Ramdohr selbe gar nicht, Leon Dufour und Menzel hingegen nur die erste Reihe derselben.

Vom Kaumagen geht eine in mannigfache Längsfalten gelegte Einstülpung in den Anfang des Chylusmagens, die, wenn man den Kaumagen vorsichtig vom Chylusmagen zu entfernen sucht, als eine dünne zarte Röhre aus dem letzteren hervorgezogen wird, wobei man deutlich die scharfe Grenze zwischen dieser Einstülpung und dem Chylusmagen wahrnehmen kann.

Der Chylusmagen [4]) *(ventriculus)* (Fig. 1 *o*), bildet eine gleichmässig cylindrische Röhre, deren Wandungen nicht, wie Ramdohr [5]) angiebt, undurchsichtig, sondern vielmehr stark durchscheinend sind, was man aus der Farbe, die sich genau nach der der Darmcontents richtet, ersehen kann.

In sein vorderes Ende münden acht Blinddärmchen [6]) (Fig. 1 *f*). Diese sind kurze, an ihrem vorderen in den Magen einmündenden Ende offene, an ihrem hinteren Ende geschlossene röhrige Schläuche,

---

[1]) L. c. p. 74, Taf. I, Fig. 9, 10, 11.

[2]) L. c. p. 368.

[3]) Menzel, Die Chitingebilde im Thierkreise der Arthropoden.

[4]) *Ventricule chylifique*, nach Leon Dufour, *duodenum* nach J. Müller, Chylusbildner nach Burmeister.

[5]) L. c.

[6]) Marcel de Serres. Observations etc. nennt sie *„vaisseaux hépatiques superieurs."*

die nicht alle gleich lang sind, und deren Grösse als solche, je nach den verschiedenen Resorptionszuständen, in denen das Thier sich gerade befindet, einem vielfachen Wechsel unterworfen ist. So sieht man oft Blinddärme, die beinahe so lang sind als der Magen, während sie gewöhnlich nur den dritten bis vierten Theil der Länge desselben betragen. Nach hinten grenzt der Chylusmagen an ein kurzes und dünnes Darmstück (Fig. 1 *h*), welches Leon Dufour [1]) zuerst beobachtete und Dünndarm *(intestinum tenue)* nannte. Ramdohr [2]), der den Magen spitz zulaufen lässt, begreift wahrscheinlich unter diesem schmalen Darmstücke die Spitze des Chylusmagens, doch gehört es aus später anzuführenden Gründen durchaus nicht dazu. Es ist vollkommen cylindrisch und zugleich viel dünner als die beiden Darmabschnitte (Chylusmagen und Dickdarm), zwischen denen es gleichsam eingeschoben ist, daher sich Leon Dufour [3]) veranlasst fand, es als eine Art Einschnürung zu bezeichnen; doch ist es durchaus nicht als solche, sondern als ein vollkommen anderer Darmabschnitt zu betrachten.

Sein oberes Ende umgeben die Malpighischen Gefässe (Fig. 1 *g*), die in grosser Anzahl [4]) im Kreise darum gelagert sind. Sie sind sehr dünn von grünlichgelber Farbe, und verlaufen fadenförmig geschlängelt mit ihren vorderen Enden theils frei flottirend, theils im Fettkörper eingebettet. Die hinteren Enden derselben münden, nachdem sie sich zuvor zu drei Gruppen vereinigt haben, in den Anfang des Dünndarms ein.

An seinem hinteren Ende ist derselbe von einem kaum bemerkbaren wulstigen Reifen (Fig. 1 *s*) umgeben [5]). Diesem entsprechend liegt nach Innen eine in das Lumen des Darms weit vorspringende kreisförmige Klappe [6]), die jedoch nur bei ziemlich starker Vergrös-

---

[1]) L. c. p. 369.

[2]) L. c.

[3]) L. c. p. 369.

[4]) Ramdohr, l. c. giebt deren 100, Leon Dufour, l. c. nur 60 an.

[5]) Leon Dufour, l. c.

[6]) Burmeister (Handbuch den Entomologie, II. Bd., S. 472) nennt sie den Chymusleiter.

serung wahrgenommen werden kann, daher ich sie erst unten beschreiben will. Durch den erwähnten Reif ist der Dünndarm von dem folgenden Darmabschnitte, dem Dickdarm [1]) *(intestinum crassum)* (Fig. 1 *i*), nach aussen und durch die Klappe nach innen scharf abgegrenzt. Er ist etwas länger als der Chylusmagen, verläuft aber nicht wie dieser gerade, sondern macht eine Windung um sich selbst. Was seine Gestalt betrifft, so ist diese theils gleichmässig cylindrisch, theils in der Mitte erweitert; sehr oft sind auch an seiner Oberfläche Querfalten wahrzunehmen.

Der Dickdarm geht gewöhnlich blöss unmerklich in das letzte Darmstück, den Mastdarm *(rectum)*, über. In sehr vielen Fällen ist er aber deutlich von ihm abgegrenzt, ja man sieht oft den Dickdarm bei seinem Uebergange in das Rectum eine Art Coecum (Fig. 1 *k*) bilden. Der Mastdarm (Fg. 1 *l*) verläuft ganz gerade ohne irgend eine Windung zu machen und bildet unmittelbar vor dem Anus ein aufgetriebenes Ende (Fig. 1 *m*), an welchem sechs Längswülste herablaufen.

Soviel über die Anatomie des Darmkanals von ***Blatta orientalis***, so weit man sie mit freiem oder nur schwach bewaffnetem Auge verfolgen und studiren kann. Es erübrigt nun noch den Bau und die Gewebsbestandtheile genau zu erörtern. Bevor ich jedoch in die Histologie der einzelnen Darmabschnitte näher eingehe, will ich erst einen kurzen Ueberblick von dem geben, was über den Bau derselben bei den Insecten im Allgemeinen bekannt ist. Swammerdam [2]) giebt Folgendes über die Structur des Darmkanals an: ***ventriculus autem tribus tunicis constat, prima nimirum tenuissima in qua decurrunt fistulae pulmonales, altera musculosa, tandemque tertia iterum subtilissima ingestos cibos proxime ambiente.***

Nach Ramdohr [3]) besteht der Darmkanal aus zwei Häuten, einer inneren und einer äusseren, zwischen denen die „flockige Lage"

---

[1]) Leon Dufour nannte diese Klappe, die aber blos erwähnt ohne sie zu beschreiben, *valvule ileo-coecal*, Treviranus (vermischte Schriften, S. 105) entdeckte dieselbe zuerst.

[2]) Swammerdam biblia naturae, tom. II, p. 576.

[3]) L. c. §. 7.

befindlich sein soll. Marcel de Serres [1]), Straus-Dürkheim [2]) und nach ihm Lacordaire [3]) und Burmeister [4]) nehmen drei Häute an und nennen die innere analog der innersten Darmhaut der Wirbelthiere die Schleimhaut (*membrana mucosa, membrane muqueuse*), die mittlere *membrana propria* und die äusserste *tunica seu membrana muscularis.*

v. Siebold [5]) beschreibt vier Hautschichten: 1. eine äussere structurlose Peritonealhaut, 2. eine Muskelhaut, 3. eine Zellenschicht, die oft drüsige Beschaffenheit annimmt und 4. eine chitinhältige homogene Epithelauskleidung, die sich durch den ganzen Darmcanal fortzieht und nur im mittleren Theile desselben äusserst zarthäutig erscheint.

Menzel [6]) nimmt vier Hautlagen an: 1. ein der *Epidermis* analoges Epithel, 2. eine Schleimhaut, 3. eine Muskelhaut, welche nach aussen 4. eine faserige Hülle als *tunica serosa* oder Peritonealhaut umgiebt. Doch giebt er auch zu, dass an verschiedenen Stellen des Darmkanals noch eine fünfte Schicht, die Zellen oder Drüsenschicht, auftritt.

Morawetz [7]) beschreibt vier Schichten im Darmcanal von *Blatta germanica:* 1. *tunica vitrea interna,* 2. *Epithelium,* 3. *tunica muscularis,* 4. *tunica vitrea externa.*

Nach Frey, Leuckart [8]) und Leydig [9]) sind die Verhältnisse der Schichtung im Darmkanal der Insecten folgende: Zuerst liegt eine zarte durchsichtige Epithelialhaut, *tunica intima,* dieser folgt

---

[1]) L. c. p. 61.

[2]) Straus-Dürkheim, *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés.*

[3]) Lacordaire *introduction à l'entomologie,* Paris 1858, p. 6.

[4]) L. c. Bd. I, p. 142.

[5]) Siebold, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.

[6]) L. c.

[7]) *Quaedem ad anatomiam blattae germanicae pertinentia. Dissertatio.* Dorpat, 1858.

[8]) Lehrbuch der Zootomie der wirbellosen Thiere.

[9]) Leydig, Lehrbuch der vergleichenden Histologie.

eine Zellenschicht, und als Trägerin derselben eine structurlose *membrana propria*, ferner eine die *membran propria* verstärkende Muskelschicht und endlich eine nicht immer als vollständige Membran zu verfolgende Peritonealschicht.

### Bau des Darmkanals, Oesophagus, Ingluvies.

Die Wandungen dieser beiden Darmabschnitte sind mit einander übereinstimmend, aus vier (Fig. 3) über einander liegenden Schichten zusammengesetzt, und zwar: 1. einer Muskelhaut, 2. einer *membrana propria*. 3. einer Zellenschicht und 4. einer Chitinschicht.

Die erstere, nämlich die Muskelhaut, besteht aus zwei Lagen, einer äusseren aus Ringsfasern und einer inneren aus Längsfasern zusammengesetzten. In beiden liegen die einzelnen Muskelfasern nicht eng neben einander, sondern sie lassen zwischen sich Zwischenräume übrig; ausserdem verzweigen sie sich, anastomosiren vielfältig mit einander und bilden auf diese Weise ein maschenartiges Gewebe, wie dies schon Ramdohr, Lacordaire, Stein bei anderen Insecten und in anderen Organen beschrieben haben.

Bei *Blatta germanica* beschreibt Morawetz[1]) Fetttröpfchen, die in den erwähnten Intervallen liegen sollen, die zu sehen mir aber nicht gelungen ist.

Was den morphologischen Charakter der Muskeln betrifft, so sind dieselben wie im ganzen Darm, und bei den Insecten durchwegs quergestreift, und tragen in ihre Substanz eingeschaltete Kerne und kernhaltige Zellen.

Der Muskelhaut folgt eine *membrana propria*. Diese ist eine structurlose, hyaline Membran, die der Muskelhaut eng anliegt und so fest mit ihr verbunden ist, dass man sie für sich nur sehr schwer darstellen kann.

Auf dieser sitzt ein Epithelium, bestehend aus bloss einer Lage von Zellen. Diese Zellenlage ist ebenfalls sehr eng mit der *membrana propria* verbunden, so zwar, dass man beim Präpariren die drei schon erwähnten Schichten, Muskelmembran, *membrana propria*

---

[1]) L. c.

und die Zellenschicht, meistens nur als einzige, gemeinschaftliche und sehr schwer in ihre weiteren Bestandtheile zu zerlegende Membran darstellen kann.

Diese bei den Arthropoden allgemein [1]) vorkommende Schicht, die immer da besteht, wo ihr eine Cuticula folgt, bezeichnet Häckel [2]) beim Flusskrebse, weil er annimmt, dass die chitinhaltige Cuticula ein Absonderungsprodukt der Zellen sei, als Chitinogengewebe. Wir wollen später untersuchen, in wie weit nach meinen Untersuchungen diese Bezeichnung richtig ist.

Die Zellen dieser Schicht sind hell, theils rundlich, theils oval, haben einen deutlichen Nucleus und ein oder mehrere Nucleoli und betragen im Durchmesser 0,009—0,01 Millim. Ihre Wandungen liegen nicht an einander, sondern sie sind durch schmale Zwischenräume geschieden, die mit einander zusammenfliessende polygonale Felder einschliessen. In die Zwischenräume selbst ist die *membrana propria* faltenartig ausgestülpt (Fig. 5).

Viele Autoren beschreiben die beiden eben beschriebenen Schichten, die *membrana propria* und die Zellenschicht, als eine einzige. So Ramdohr [3]), der sie als „flockige Lage" bezeichnet, worunter er Alles begreift, was zwischen Muskelhaut und Intima liegt. Straus-Dürkheim [4]) und Burmeister [5]) erwähnen zwar einer glatten, in der Regel dünnen, häufig stucturlosen, mitunter gezeichneten *membrana propria*, verstehen aber nichts anderes darunter, als Ramdohr unter seiner „flockigen Lage." Lacordaire [6]) nennt sie *„membrane papillaire et celluleuse"* und giebt über ihre Structur folgendes an: *„la membrane papillaire est mince, ordinairement blanche et quoique d'une nature spongieuse ne présente presque jamais des fibres. Observée avec de forts verres amplifiants elle offre quelquefois dans*

---

[1]) Nur Leydig (Lehrbuch der vergl. Hist. §. 299) läugnet sie im Oesophagus.

[2]) Häckel (Müller's Archiv, 1857) über die Gewebe des Flusskrebses.

[3]) L. c. p. 6, §. 7.

[4]) L. c. p. 245.

[5]) L. c.

[6]) L. c. p. 7.

*son tissu des globules ou granulations d'une extrême petitesse.*" Aus dieser Beschreibung ist leicht zu ersehen, dass Lacordaire schon zwei Schichten beschreibt, ohne jedoch die eine derselben, nämlich die Zellenschicht, die er nicht als eine besondere beschreibt, sondern nur in seinen „*globules et granulations*" andeutet, ihrer Structur nach als eine besondere erkannt zu haben.

v. Siebold [1]) erwähnt nichts von einer *membrana propria* sondern führt nur eine aus dicht gedrängten Zellen bestehende Zellenschicht an.

Ebenso, wie Siebold, führt Morawetz keine *membrana propria*, sondern auch nur eine aus hellen kernlosen Zellen bestehende Zellenschicht an.

Menzel [2]) beschreibt unter dem Namen Schleimhaut eine glashelle structurlose Haut, über welcher an verschiedenen Stellen die Zellenschicht auftritt.

Die die Zellenschicht nach innen begrenzende und mit dem Darminhalt in unmittelbaren Contact kommende Membran ist die Cuticula oder Intima, die man ihres Chitingehaltes wegen auch Chitinmembran nennen kann (Fig. 3 *e*).

Sie bildet nach Burmeister bei Insecten und nach Häckel bei Krebsen eine continuirliche Fortsetzung der äusseren, ebenfalls chitinisirten Körperhülle und ist ihrem histologischen Charakter nach eine zarte structurlose hyaline, völlig durchsichtige Membran, die in der Ausdehnung des ganzen Oesophagus und Kropfes mit Erhöhungen (Stacheln, Borsten, Härchen, Fig. 6, 7) von folgender Beschaffenheit und in folgender Anordnung besetzt ist. Im vorderen Theile, dem eigentlichen Oesophagus, sind die Stacheln braun, mit runder breiterer Basis; im Durchmesser von 0,002 Millim. und scharfspitzig auslaufendem Ende. Die Länge derselben beträgt im Mittel 0,04 Millim. Sie sind mit ihren Basen auf flach wellenförmigen Linien (Fig. 7) die so beschaffen sind, dass die Wellenberge einander gegenüber stehen, zu 4—8 neben einander (Fig. 6) gestellt. Ihre Enden con-

[1]) L. c.
[2]) L. c.

vergiren mit einander und die Stacheln selbst sind nach hinten zu umgeschlagen, daher die Ansicht Lacordaire's, dass sie das Zurücktreten der Speisen verhindern.

Weiter nach hinten, gegen den Oesophagus und im Kropf selbst nehmen die Stacheln immer an Grösse ab, werden immer weniger convergent und endlich parallel, die Wellenberge und Wellenthäler werden tiefer und höher, sind aber nicht bogenförmig gekrümmt, sondern bilden stumpfe Winkel, die immer kleiner werden, so dass die Wellenberge sich einander immer mehr nähern, in einander zusammenfliessen und auf diese Weise das Zustandekommen von polygonalen Feldern, deren vordere und hintere Seiten von Stacheln, die 0,005—0,006 Millim. lang, besetzt sind, veranlasst wird.

Sowohl unter den durch das Gegenüberstehen der Wellenberge und Wellenthäler entstehenden, nicht völlig abgeschlossenen, als unter den durch das Zusammenfliessen der Wellenberge entstandenen, völlig abgeschlossenen Feldern der Chitinmembran, sitzen die Zellen der Zellenmembran. Die früher [1]) erwähnten, von den zwischen den Zellen vorkommenden Zwischenräumen begrenzten Felder (Fig. 5) haben, wie man beobachten kann, genau die Gestalt der Felder auf der Chitinmembran (Fig. 2 *g*). Durch diese Beobachtung gelangt man zur Ueberzeugung, dass letztere nicht der Abdruck der Zellen [2]), denn diese sind rund, sondern der erwähnten Felder, oder was dasselbe ist, der *membrana propria* seien, da diese es doch eigentlich ist, die, indem sie sich in die zwischen den Zellen bestehenden Zwischenräume einstülpt, die Felder begrenzt.

Die Chitinmembran beschreibt schon Ramdohr [3]) als eine pergamentartige, zarte, durchsichtige, mit Härchen und Borsten besetzte Haut.

---

[1]) S. S. 357.

[2]) Leydig spricht an zwei Orten, in seinem Lehrbuch der vergleichenden Histologie und in Müller's Archiv 1856, die Ansicht aus, dass die bei den Insekten, Crustaceen etc. auf der Intima des Darmes vorkommenden Zeichnungen der Abdruck der darunter gelegenen Zellen seien.

[3]) L. c. §. 16.

Burmeister und Lacordaire beschreiben sie bei den Insekten im Allgemeinen als *membrana mucosa (membrane muqueuse)* auf dieselbe Weise.

H. Meckel hält die Intima für ein Pflasterepithel, das oft aus zackig in einander greifenden Zellen besteht. Auch Menzel[1]) betrachtet sie als ein sehr oft aus Zellen zusammengesetztes Epithelium von äussert complicirtem Bau; ebenso Siebold, der sie als ein Epithelium (also aus Zellen zusammengesetzt), das durch Chitingehalt eine sehr feste Beschaffenheit erhält, beschreibt; nur Frey, Leuckart und Leydig beschreiben sie als homogene structurlose Intima, vor allen aber tritt Leydig der Ansicht, dieselbe für ein Epithelium gelten zu lassen, entgegen.

**Kaumagen (Proventriculus), Fig. 2.**

Dieser tritt uns als ein vollkommen abgeschlossenes Gebilde entgegen, indem er durch seinen äusserst complicirten Bau von dem übrigen Darm sich wesentlich unterscheidet. Von innen nach aussen gehend, bemerken wir an demselben folgende Schichten (Fig. 8): 1. eine stark entwickelte Chitinschicht, 2. eine Zellenschicht (Chitinogenschicht), 3. eine *membrana propria*, 4. eine Muskellage und 5. eine Peritonealschicht.

Die erste derselben, nämlich die Chitinschicht, haben wir schon bei der Formbeschreibung des Kaumagens kennen gelernt, denn sie ist es, welche die zahnartigen Vorsprungs-Leisten bildet. Ueber die feinere Structur kann man Folgendes sagen. Der Chitinüberzug bildet eine Fortsetzung der im Oesophagus und im Kropfe beschriebenen Chitinmembran, die in dieselbe unmittelbar mit Bildung von bogenförmigen, zwischen den Leisten und Zähnen ausgespannten Falten übergeht, und ist wie diese vollkommen homogen und structurlos.

Die zahnartigen Vorsprünge und Leisten, die Morawetz bei *Blatta germanica lamina rostrata* nennt, sind so wie gewöhnlich jedes dickere chitinhaltige Gewebe von brauner Farbe, während die dazwischen ausgespannte Membran farblos und durchsichtig ist.

---

[1]) L. c.

An ihrer äusseren Fläche sind die zahnartigen Vorsprünge *(rostra)* glatt, an der Innenseite dagegen bieten sie das Ansehen einer in lauter polygonale Felder getheilten, gleichsam facettirten Fläche dar. Die Leisten hingegen sind durchweg an ihrer Oberfläche mit Schüppchen und nur die Hauptleiste noch ausserdem an ihrem hinteren Ende mit Härchen besetzt (Fig. 2 *b* und *c*).

Was nun die Taschen der beiden Reihen, deren äussere Umhüllung ebenfalls die allgemeine Chitinmembran ist, betrifft, so sind dieselben dicht mit braunen Härchen besetzt, daher auch die braune Farbe. Die Härchen an den Taschen der ersten Reihe sind 0,02—0,03 Millim., an denen der zweiten Reihe 0,01—0,02 Millim. lang.

Wenn der Kaumagen einen Tag in verdünntem Alkohol gelegen ist, so kann man leicht nachdem man ihn zuvor aufgeschnitten und in die Fläche ausgebreitet hat, die ganze Chitinhülle abziehen, worauf dann Wülste, die genau die Form und Grösse der sie umkleidenden Vorsprünge (Zähne, Leisten und Taschen) haben, zum Vorschein kommen.

Diese zwischen Chitinschicht und *membrana propria* gelegene Masse ist bloss eine stärker entwickelte Zellenschicht, die wir schon im Oesophagus und Kropf kennen gelernt haben (Fig. 8 *e*). Dieselbe zeigt aber hier in der der Chitinsubstanz anliegenden und der äusseren auf der *membrana propria* ruhenden Schicht eine verschiedene Beschaffenheit. In der ersteren nämlich sind die Zellen viel näher an einander gerückt und mit einander verschmolzen, die zweite dagegen besteht aus einer Schicht von mehrfach über und neben einander gelagerten kernhaltigen Zellen, die ebenfalls nicht einander berühren, sondern Zwischenräume zurücklassen, die von einer structurlosen hyalinen Bindesubstanz (Fortsätze der *membrana propria*) ausgefüllt werden, und es verhält sich demnach die erste Schicht zur zweiten wie die Epidermis zur malpighischen Schicht.

Die *membrana propria* ist so wie im ganzen Darm eine structurlose, aus homogenem hyalinem Bindegewebe bestehende Membran, die sich in die Zellenschicht hinein fortsetzt und dort als Stütz- und Bindegewebe fungirt.

Ihr folgt die Muskelschicht [1]). Die Fasern derselben sind nicht so einfach angeordnet, wie im übrigen Darme, sondern sie nehmen verschiedene Richtungen an und dienen, indem sie sich unmittelbar an die Wand der Wülste, also mittelbar an die Zähne selbst anheften, zur Bewegung eines Mechanismus, der in der Form eines Zahnapparates das Zerkleinern der Speisen bewerkstelligt.

Es sind ihrer fogende: Ein starker, aus mehreren parallel über einander liegenden Muskelfaserlagen bestehender, ziemlich dicker Ringsmuskel (Fig. 8 *a*), der, eine Fortsetzung der Ringsmuskelfaserschicht im Oesophagus, nach vorn am breitesten ist und nach hinten gegen den Chylusmagen immer schmäler wird. Die nach aussen liegenden Fasern desselben sind vollkommen kreisförmig und in sich abgeschlossen, an der Innenfläche dagegen lösen sich ganze Faserzüge ab, die bogenförmig gekrümmt und je zwei mit einander convergirend sich an den Seiten der Basis der Zahnwülste und der diesen zunächst anliegenden Leistenwülste, und zwar an die *membrana propria* mit stumpfen Enden inseriren. Diese Muskeln sind als Radialmuskeln aufzufassen, als welche ich sie auch bezeichnen will (Fig. 8 *b*).

Den Rings- und Radialmuskeln folgt nach innen eine andere Muskellage, die ebenfalls eine Fortsetzung der Längsmuskelfaserschicht im Oesophagus ist [2]). Diese bildet eine im Allgemeinen weniger dicke Lage, doch gehen von derselben mehrere Muskeln ab, und zwar entspringen am hinteren Ende der Kaumagenwand, dort wo die Zahnwülste aufsitzen, 6 Muskeln, die von unten und hinten nach vorn und oben verlaufen und sich an die vordere obere Wand der Zahnwulst inseriren (Fig. 8 *c*) Etwas tiefer, aber noch an derselben Stelle, entspringen noch sechs Muskeln, die bogenförmig gekrümmt, mit ihrer Convexität nach aussen und der Concavität nach innen verlaufen, und sich an die untere und vordere Wand der Taschenwülste ebenfalls an die *membrana propria* mit stumpfen Enden inseriren (Fig. 8 *d*). Die

---

[1]) Burmeister, Handbuch der Entom. Bd. II, Fig. 3, spricht ebenfalls von zur Bewegung der Zähne dienenden, der äusseren Darmhaut angehörenden Muskeln, die er aber nicht näher beschreibt.

[2]) Siehe Fig. 4.

Wirkungen der genannten Muskeln werden folgende sein: Die Ringsmuskelfasern verengern, indem sie sich zusammenziehen, das Lumen des Kaumagens, zu gleicher Zeit verkürzen sich aber auch die in die Taschen und Zähne gehenden Längsmuskeln, und dadurch werden die ersteren nach unten, die letzteren nach oben gezogen. Durch Zusammenziehung aller dieser Muskeln wird also folgender Effect hervorgebracht. Die Zähne bewegen sich nach innen und unten, wirken daher reibend; die Taschen dagegen bewegen sich nach innen und oben und bewerkstelligen auf diese Weise einen ihrer Form vollkommen entsprechenden Klappenverschluss, durch welchen zeitweilig die Communication der Höhle des Kaumagens mit der des folgenden Darmabschnittes unterbrochen werden kann.

Was die Radialmuskeln betrifft, so haben dieselben eine der früheren entgegengesetzte Bestimmung, nämlich die, die Zähne nach aussen zurückzuziehen, auf diese Weise die Höhle des Kaumagens zu erweitern und den Speisen einen freien Durchgang zu verschaffen.

Was die Structur des vom Kaumagen abgehenden und in den Chylusmagen eingestülpten Darmstückes betrifft, so ist darüber folgendes zu bemerken.

Es fehlt die äusserste, nämlich die Muskellage, und es sind demnach nur folgende Schichten vorhanden: Eine structurlose *membrana propria* als äusserste Begrenzung, ferner eine Zellenschicht und eine Chitinmembran. Die Charaktere derselben stimmen im Wesentlichen mit den früher angeführten überein. Die Zellen der Zellenschicht sind rundlich-oval, haben einen deutlichen Kern und einen fein granulirten Inhalt. Nur ist zu bemerken, dass nach vorn die Zellenschicht zarter, heller und durchsichtiger ist, während nach hinten, gegen den Chylusmagen, die Wände der Zellen an Dicke zunehmen, und zugleich der Inhalt ein gröberer wird. Von der Chitinmembran ist zu bemerken, dass dieselbe in der oberen Hälfte mit Stacheln, die 0,004 Millim. lang sind, besetzt ist, die aber nicht wie im Oesophagus nach einem bestimmten Plane angeordnet, sondern unregelmässig zerstreut aufsitzen.

Das oben erwähnte Verhalten der Zellenschicht steht mit dem der Chitinmembran im verkehrten Verhältnisse, indem diese nämlich vorn viel dichter ist, nach hinten hingegen an Dicke abnimmt und zarter wird.

Zudem ist sie in sehr viele Längsfalten gelegt. Das Ende derselben konnte ich nicht mit Bestimmtheit nachweisen, doch sieht man unter dem Mikroskope den Chylusmagen von dem eingestülpten Theile des Kaumagens durch eine scharfe Contour abgegrenzt.

### Chylusmagen.

Den Chylusmagen beschreiben die Autoren ganz so wie den übrigen Darmkanal, nur mit der Ausnahme, dass sie die mittlere Schicht als mehr entwickelt annehmen. So Ramdohr [1]), der die flockige Lage im Chylusmagen als eine besondere Haut bestehen lässt, die mit sehr kleinen hellen Kügelchen besetzt und von hellen quer- und längslaufenden Furchen durchzogen ist. Die schon oben erwähnte von Lacordaire und Straus-Dürkheim so benannte *membrane papillaire* mit ihren *granulations* und *globules* soll ebenfalls, nach Ersterem besonders, in der *„portion estomacale“* entschiedener ausgesprochen sein. Straus-Dürkheim nennt die *granulations* in diesem Darmabschnitt *„glandes gastriques destinées à sécréter quelque liqueur gastrique.“* So sprechen auch Frey und Leuckart [2]) von drüsenartigen Gebilden, die aus einer Aggregation von Zellen bestehen, und auch Siebold [3]) beschreibt in dem ganzen mittleren Darmabschnitt des Verdauungskanals der Insekten eine aus dichtgedrängten Zellen bestehende Schicht, an der eine drüsige Beschaffenheit deutlich wahrgenommen werden kann. Auch Leydig [4]) erwähnt an der Innenfläche des Darms bei wirbellosen Thieren als Drüsen anzusprechende Vertiefungen. Eine *membrana intima* wird von Allen als im Chylusmagen vorkommend angenommen. So spricht sich Ramdohr, obgleich er, wie er selbst sagt, sie nicht immer auffinden konnte, dennoch dahin aus, dass er eher an seiner Geschicklichkeit, als an ihrem Vorkommen zweifle. Eben so beschreiben sie Siebold und Morawetz, nur Frey und Leuckart [5]) erwähnen ausdrücklich, dass es nicht unwahrscheinlich sei, dass eben

[1]) L. c. §. 32.

[2]) Lehrbuch der Zootomie von Wagner. II. Band.

[3]) L. c.

[4]) L. c. §. 307.

[5]) L. c. p. 61.

diese innere Haut einigen anderen Darmabschnitten, besonders dem Chylusmagen fehle.

Um den histologischen Bau des Chylusmagens genau studiren zu können und zugleich über die Topographie seiner Elemente in's Klare zu kommen, ist eine gewöhnliche Präparation mit der Nadel nicht ausreichend; ich habe daher nach vielen Versuchen folgendes zweckmässige Verfahren ermittelt. Man lege den Darm kurze Zeit, etwa 1 — 2 Stunden, in Holzessig, nachdem man ihn jedoch nicht aufgeschnitten, sondern bloss seines Inhalts vorsichtig entleert hat, von den getrockneten Präparaten mache man dann Quer- und Längsdurchschnitte. Die feineren histologischen Verhältnisse müssen zwar am Frischen studirt werden, doch ist auch hier zum besseren Verständnisse eine kurze Behandlung mit Holzessig und Chromsäure sehr dienlich.

Auf diese Weise bin ich belehrt worden, dass der Chylusmagen nach dem allgemeinen Grundplan [1]) des Insektendarms gebaut sei und demnach aus einer homogenen *membrana propria* bestehe, der nach Innen ein Epithel, das jedoch hier sehr starke Veränderungen erlitten hat, aufsitzt und die nach aussen durch Auflagerung einer *muscularis* verstärkt wird.

Die Muskelhaut, die, wie wir gesehen haben, dem in den Chylusmagen eingestülpten Theil des Kaumagens abging, ist wieder im Chylusmagen vorhanden und besteht hier ebenfalls aus zwei Schichten (Fig. 9 *a*), einer äusseren Längsfaser- und einer innern Querfaserschicht Die Fasern der ersten liegen dicht an einander und bilden eine dicht geschlossene Membran, während die der zweiten durch anastomotische Verzweigungen, wie dies schon im Oesophagus beschrieben wurde, ein netzartiges Gewebe bilden, dessen einzelne Maschen jedoch grösser sind als im Oesophagus. Die der *muscularis* folgende *membrana propria* ist leichter isolirbar und auf ihrer Innenseite in Falten ausgestülpt, die wabenartige Vertiefungen einschliessen. Von der Fläche angesehen haben diese Falten das Aussehen eines faserigen Maschengewebes,

[1]) Leydig, l. c. §. 298.

doch überzeugt man sich leicht an Durchschnitten von Falten und Wabenbildung. Das der *membrana propria* aufsitzende Epithelium zeigt eine zweifache Beschaffenheit. Erstens findet man unregelmässige Zellen, welche, das Enchym napfförmiger Gruben der *membrana propria* darstellend, wahrscheinlich die Bildner des hier abgesonderten alkalischen Secretes sind (Fig. 9 *c*). Ich will sie mit dem Namen der Krypten belegen.

Unter dem einfachen Mikroskope sieht man, wie schon Ramdohr angiebt, helle quer und längslaufende Furchen, die, wie leicht einzusehen, nichts anderes sind, als die zwischen den drüsenartigen Gebilden bestehenden, von den Falten der *membrana propria* ausgefüllten Zwichenräume.

Morawetz, der, sowie im ganzen Darm, auch im Chylusmagen keine *membrana propria* beschreibt, spricht nur von durch die Muskelfasern gebildeten viereckigen Feldern, über deren Inhalt er Folgendes angiebt: *massam invenimus peculiarem subtilissime granulatam globulis coacervatis constantem peripheria irregulari et circulata.* Diese eigenthümliche Masse, welche wahrscheinlich mit den von mir beschriebenen Gebilden übereinstimmt, erklärt er, da er keine Structur an ihr wahrnehmen kann, mit Ramdohr für Chylus. Zweitens finden wir zwischen den Krypten wurzelnd und sich über dem Inhalte derselben zusammenschliessend lange bis zur *membrana propria* herabreichende Cylinderzellen (Fig. 9 *d*). Ihre Länge beträgt 0,04 Millim. und die Breite ihres oberen Endes 0,004 Millim. An ihrem oberen Ende tragen sie einen Saum (Fig. 9 *e*) von 0,005—0,004 Millim. Breite, der eine leichte Querstreifung zeigt. Bei starker, 500—600maliger Vergrösserung sieht man, dass diese Streifung wie an dem Epithelium der Darmzotten der Wirbelthiere von dem hier von Brettauer und Steinach beschriebenen Stäbchenorgan herrührt. Es ist dasselbe schon an frischen Präparaten deutlich, behandelt man aber den Darm mit Holzessig, so tritt es besonders klar und deutlich hervor, denn es kommen dadurch Formen (Fig. 10) zur Anschauung, die im Stande sind jede andere Ansicht über die Ursachen der Streifung des Zellensaumes zu annulliren.

Leydig [1]) und in neuester Zeit Kölliker beobachteten ebenfalls am Magenepithel verschiedener Insekten einen Saum, dessen Streifung doch von genannten Autoren mit Unrecht für den Ausdruck von Porenkanälen, die die Cuticula durchbohren, angegeben wird, wie sie ja bekanntlich auch den gestreiften Saum an den Cylinderzellen der Darmzotten der Wirbelthiere für poröse Zellendeckel halten.

Dieses so eigenthümlich charakterisirte Epithel, dessen Zellen ich oft derart von vielen Fetttröpfchen erfüllt sah, dass ich wirklich eine Resorption derselben anzunehmen im Stande sein konnte, das bei Säugethieren nur im Dünndarm vorkommt, und dort ebenfalls die Fettresorption zu besorgen hat, kommt bei *Blatta orientalis* nur im Chylusmagen vor. Durch diese Thatsache gelangt man zur Ansicht, dass besonders hier die Resorption, zum allerwenigsten Fettresorption zu Stande kommen müsse, und in dieser Ansicht wird man um so mehr bestärkt, wenn man bedenkt, dass die Auskleidung des ganzen übrigen Darms eine Chitinmembran ist, also eine Membran, die ihrer bedeutenden Resistenz und geringen Permeabilität wegen, wohl nicht im Stande sein wird Fetttröpfchen hindurch zu lassen, aber leicht fähig sein kann, thierischen Flüssigkeiten den Durchtritt zu gestatten.

#### Blinddärme.

Die Blinddärme stimmen in ihrem Bau ganz mit dem des Chylusmagens überein, bilden also, wie dies schon Leon Dufour ganz richtig bemerkt, eine unmittelbare Ausstülpung desselben und dienen dazu, die Resorptions- und Secretionsfläche zu vergrössern. Ihre Wände sind im Allgemeinen dünner und zarter als die des Chylusmagens; die Grössenverhältnisse der Drüsen und Epithelzellen weichen jedoch nicht viel ab und sind folgende: Länge der Epithelzellen 0,03—0,04 Millim., Breite des Saumes 0,002 Millim., Durchmesser der Drüsen 0,02 Millim.

#### Dünndarm, Dickdarm, Rectum.

Die Structur der Darmabschnitte, die hinter dem Chylusmagen liegen, ist der der vor demselben gelegenen ganz gleich. Wir begegnen

[1]) L. c. §. 305.

also hier ebenfalls zwei Muskellagen, einer *membrana propria*, einer chitinogenen Zellenschicht und einer innersten Chitinmembran. Letztere ist vorzüglich in dem so von Leon Dufour benannten Dünndarm entwickelt, dicht mit Härchen von der Länge von 0,005—0,008 Millim. besetzt, und in gegen das Darmlumen vorspringende Falten gelegt. Eine noch grössere Ausbildung erhält sie am hinteren Ende, wo sie, ähnlich wie im Kaumagen, eine Klappe bildet (Fig. 13). Der Bau derselben ist dem des Kaumagens ähnlich, aber nicht so complicirt, da dieselbe auch einer einfachen Function, nämlich der der Bildung eines Verschlusses zwischen dem Dünn- und Dickdarm vorsteht. Wir finden also bei derselben folgende Schichten: 1. Eine äussere Ringsmuskel-, 2. eine Längsmuskelschicht (beide Fortsetzungen der Muskelschicht im Chylusmagen). Von der letzteren lösen sich ebenfalls Muskelfasern ab, die in die Klappe hineingehen und sich in derselben inseriren. Die Verrichtung dieser Muskelfasern ist klar, nämlich ein blosses Ausdehnen und Zusammenziehen der Klappe und demzufolge eine Erweiterung und Verengerung des Darmlumens. Der Muskellage folgt wie immer eine structurlose *membrana propria*, und dieser die chitinogene Zellenschicht, die auch hier nicht einfach ist und sich in die Klappe fortsetzt. Die nun folgende Chitinmembran ist es, welche die Klappe selbst bildet. Diese ist eine ziemlich weit in das Darmlumen hineinragende Ringsfalte (Fig. 13 *b*), die auf ihrer vorderen Fläche sechs Zipfel (Fig. 13 *a*) trägt, deren jeder mit braunen Stacheln von 0,008—0,02 Millim. Länge besetzt ist, so zwar, dass die an der Spitze befindlichen am grössten sind.

Vom Bau des Dickdarms ist nichts Wesentliches zu bemerken, als dass die Chitinmembran ebenfalls in sehr ausgesprochene Längsfalten gelegt und mit zerstreut liegenden Stacheln besetzt ist, die eine Länge von 0,01—0,02 Millim. haben. Die Zellen der Zellenschicht sind rundlich oval, liegen ziemlich dicht aneinander und betragen im Durchmesser 0,008—0,01 Mm. Das dem Dickdarm folgende Rectum ist ebenso gebaut, wie jener, doch verdient sein hinteres birnförmig erweitertes Ende eine nähere Beachtung. Es laufen nämlich in der Wand desselben parallel mit der Längenachse sechs Wülste herab, die auch in das Lumen des Rectums hineinragen. Der Bau derselben ist klar. Man

findet nämlich auch hier zuäusserst die Muskellagen, dann die *membrana propria*, einen hohen Grad von Entwicklung erreicht aber besonders die Zellenschicht, die es auch vornehmlich ist, welche das Material zur Bildung der Wülste abgiebt. Die Zellen in derselben sind rundlich, gekörnt und betragen 0,009 Mm. im Durchmesser. Solche Wülste sind bei den Insekten schon lange bekannt und schon Swammerdam [1]), Sukow [2]) und andere haben dieselben ihrer Form nach beschrieben. Leon Dufour [3]) bezeichnet sie als *rubans musculeux* und lässt sie eine wichtige Rolle beim Hinausschaffen der Excremente übernehmen. Morawetz [4]) will auch hier eine Ansammlung von Chylus gesehen haben, was ich aber nicht bestätigen kann, so wie überhaupt die Function dieser Organe noch gänzlich im Unklaren ist.

#### Adnexe Drüsen des Intestinal-Tractus.

1. Speicheldrüsen. (Fig. 11). Zu den adnexen Drüsen des Darmkanals, solchen nämlich die ihr Secret in seine Höhlen ergiessen, gehören vor allem die Speicheldrüsen *(glandulae salivales)*. Von dem Gewebe derselben im Allgemeinen gilt ganz dasselbe, was Häckel [5]) über das Drüsengewebe des Flusskrebses angiebt, nämlich dass es von dem allgemeinen Ueberzugsgewebe der äusseren und inneren Decken nicht zu trennen ist, mit demselben in ununterbrochener Continuität steht, und eigentlich nur Einstülpungen in das darunter gelegene Körperparenchym darstellt. An den Ausführungsgängen, sowohl den der eigentlichen Drüsen, als des Speichelreservoirs wiederholen sich nämlich mit Ausnahme der Muskeln genau dieselben Gewebe wie im Darmkanal; sie bestehen demnach aus einer äusseren, aus homogenem Bindegewebe bestehenden, structurlosen hyalinen *membrana propria* (Fig. 11 *a*), auf welcher ein Epithelium (Fig. 11 *b*), bestehend aus rundlichen, ovalen, kernhaltigen Zellen, aufsitzt. Dieses Epithelium

---

[1]) Biblia naturae.

[2]) Heusinger's Zeitschrift für organische Physik. Bd. III.

[3]) Recherches etc.

[4]) L. c.

[5]) L. c. p. 523.

gehört jedenfalls, so wie das im Darmkanale auf der *membrana propria* sitzende, in die Klasse der Chitinogengewebe, und in der That sitzt auch auf derselben eine chitinhaltige Cuticula (Fig. 11 *c*). Diese ist quergestreift und hat ganz das Aussehen von Tracheen, von denen man es an Präparaten, bei denen das Epithel durch Behandlung mit Reagentien zerstört wurde, nicht leicht unterscheiden kann. Sie erreicht einen desto grösseren Grad von Entwicklung, je mehr die Ausführungsgänge sich den Einmündungsstellen in den Darmkanal nähern, während sie nach hinten zu in den feineren Ausführungsgängen immer zarter und feiner wird, und endlich gar nicht mehr zu beobachten ist. Das Epithelium in den Ausführungsgängen setzt sich als Enchym in den Drüsen fort und bildet dort die rundlichen kernhaltigen, mit gekörntem Inhalte versehenen Secretionszellen (Fig. 11 *e*). Auch die *membrana propria* setzt sich von den Ausführungsgängen über die einzelnen Acini, zwischen denen sie brückenartig ausgespannt ist, als eine homogene, structurlose Bindegewebshülle fort.

Was nun die Structur des Speichelsackes betrifft, den Morawetz als aus Vereinigung der hinteren Acini entstanden beschreibt, den ich aber sowohl bei *Blatta germanica* als bei *Blatta orientalis* als ein vollkommen isolirtes Organ kennen lernte, so ist darüber zu bemerken, dass wir auch hier drei, die Wände desselben constituirende Schichten unterscheiden, nämlich die schon so oft charakterisirte *membrana propria*, die Zellenschicht und die Chitinmembran. Letztere bietet keine besonderen Charaktere dar, sondern ist nur am Halse des Speichelsackes wie in den oberen Ausführungsgängen der eigentlichen Drüsen tracheenartig quergestreift.

Schon Ramdohr, Lacordaire u. A. erwähnen bei den Insekten Speicheldrüsen. Cuvier giebt an, dass sie immer röhrig gebaut sind, erst Meckel [1]) und Leydig [2]) geben den neueren Hülfsmitteln entsprechend die morphologischen Charaktere derselben genauer an.

2. Malpighische Gefässe. (Fig. 12). Diese bilden lange fadenförmige, an ihrem oberen Ende blind geschlossene mit ihrem

[1]) Müller's Archiv 1846, Mikrographie einiger Drüsenapparate.

[2]) L. c.

unteren offenen Ende in den Dünndarm einmündende Röhrchen, deren Durchmesser 0,05—0,06 Millim. beträgt. Die äusserste Begrenzung derselben bildet eine aus homogenem Bindegewebe bestehende *membrana propria*. Das Lumen selbst ist von kernhaltigen Zellen, in der Grösse von 0,009—0,01 Mm. Durchmesser angefüllt, deren Inhalt aus kleinen stark lichtbrechenden Körnchen besteht. Ausserdem sah ich noch folgende Substanzen in der Höhle derselben: 1. Kleine stark lichtbrechende gelbliche Kügelchen, deren chemische Charaktere unbestimmt sind; 2. helle weisse Kugeln, die Kölliker [1]) (in neuester Zeit) so wie die gelblichen bei den malpighischen Gefässen der Insekten angiebt, 3. nadelförmige in Kugeln angehäufte harnsaure Krystalle.

Wenn die kleinen starkbrechenden gelblichen Kügelchen in grosser Menge vorhanden sind, so erscheinen die malpighischen Gefässe unter dem Mikroskope schwarzbraun und undurchsichtig, während sie sonst ganz hell und durchsichtig sind, und schwach gelblichgrün erscheinen. Nichtsdestoweniger konnte ich nie zweierlei malpighische Gefässe, die nach Leydig bei den Insekten vorkommen sollen, und von denen er die einen als Gallen-, die anderen als Harngefässe betrachtet, unterscheiden. Dieselbe Behauptung hat schon Kölliker gegen Leydig ausgesprochen. Nach meinen Untersuchungen bestimmen mich vorzüglich zwei Gründe die malpighischen Gefässe nur für Harngefässe zu halten: 1. bemerkte ich oft (wenn man schon die hellen und dunklen malpighischen Gefässe als zwei verschiedene Formen gelten lassen wollte) beide Arten in einander übergehen; ich sah nämlich solche, deren unteres Ende mit den stark lichtbrechenden Kügelchen erfüllt, also dunkel erschien, während im oberen Ende bloss die Secretionszellen und die erwähnten hellen Kugeln sich vorfanden und die malpighischen Gefässe daher auch dort durchsichtig und hell waren; 2. haben alle malpighischen Gefässe dieselbe Einmündungsstelle, d. h. sie münden sämmtlich unterhalb des Chylusmagens ein, was mit den bei anderen Arthropoden sicher als gallenbereitend erkannten Organen, so viel ich weiss, niemals der Fall ist; es steht dagegen nichts der Ansicht entgegen, dass die malpighischen Gefässe (wie dies

[1]) Würzburger Verhandlungen.

schon Rengger, Wurzer u. A. vor einer Reihe von Jahren dargethan haben) Harngefässe seien, und um dies zur Genüge zu bestätigen, war Professor Brücke so gütig dieselben auf Harnsäure chemisch zu prüfen, welche er auch und zwar in grosser Menge darin fand.

### Physiologisches über die Verdauung.

Unsere bisherigen Kenntnisse über die Verdauung bei den Insekten beschränken sich im Wesentlichen auf Vermuthungen, die man aus der Analogie derselben mit den Wirbelthieren schöpfte. So nahm man an, dass die Verdauung der Speisen bloss in dem Abschnitt stattfinde, den wir mit Chylusmagen bezeichnet haben, und auch Ramdohr erwähnt, dass die Verrichtung des Magens in der Verdauung der Speisen und der Absonderung der nährenden Säfte (?) bestehe. Nach Burmeister ist der Ventrikel der eigentliche chylopoëtische Darm und vereinigt demnach die Function eines Magens und Dünndarms der Säugethiere: Kropf und Kaumagen hingegen sind dem Kropfe der Vögel analog. Die Zellenschicht im Kropfe betrachtet er zudem als Drüsen, deren Secret die Function eines zu bereitenden Saftes übernimmt. Auch Leydig [1]) giebt über die Physiologie der Verdauung einige Andeutungen, in denen er vorzüglich dem Secrete der Speicheldrüsen eine grössere physiologische Bedeutung als die einer blossen Erweichung der Speisen zuschreibt, und im Darm *(ventriculus)* den Speisebrei noch mancherlei Umänderungen erfahren, hauptsächlich aber die Aufsaugung der gelösten Stoffe in die Blut- und Chylusgefässe (?) vor sich gehen lässt.

Alle diese Angaben sind bloss aufgestellte Vermuthungen, und entbehren jeder physiologischen experimentellen Begründung.

Von der Ansicht ausgehend, dass in jenen Darmabschnitten, in denen eine Chitinmembran vorkommt, die darunter gelegenen Zellen bloss eine chitinogene Bedeutung haben, durchaus aber nicht als einen Verdauungssaft absondernde Drüsen zu betrachten seien, muss sich vor Allem der Gedanke Einem aufdrängen, ob nicht vielleicht eine

[1]) L. c. §. 333.

andere Organe da seien, deren Secret eine verdauende Wirkung auszuüben im Stande wäre. Da waren es nun vor Allem die Speicheldrüsen, die mir wegen ihrer verhältnissmässig bedeutenden Grösse und Entwicklung auffielen. Die Untersuchung des Secretes derselben und des Inhaltes des Oesophagus, Kropfes und Chylusmagens zeigte nun, dass das Secret der Speicheldrüssen, so wie der Oesophagus- und Kropfinhalt sauer, während der des Chylusmagens im oberen Theile gewöhnlich neutral und im unteren alkalisch war. Die morphologische Untersuchung hatte aber gezeigt, dass im Chylusmagen gewisse drüsenartige Gebilde vorkommen; man muss daher, wenn man weiss, dass im Oesophagus der Inhalt ein saurer ist und im Chylusmagen neutral oder alkalisch wird, doch daraus schliessen, dass, da keine anderen Organe mehr vorhanden sind, die beschriebenen Gebilde Drüsen seien, die eine alkalische Flüssigkeit absondern. Durch diese Thatsachen war nun erwiesen, dass schon im Kropfe möglicherweise ein Act der Verdauung vor sich gehen könne, und dass dieser auf Rechnung des Speicheldrüsen-Secrets gesetzt werden müsse; ferner dass auch im Chylusmagen ausser der Resorption, wie schon früher erwähnt, auch verdaut werden könne. Um diese Annahme zu prüfen, stellte ich nach Angabe Herrn Prof. Brücke's eine Reihe von Versuchen an. Es sind ihrer folgende: Ich nahm vorerst von zwei Thieren die isolirten Speicheldrüsen und legte sie in eine derartig verdünnte Lösung von Chlorwasserstoffsäure, dass 1000 Theile Wasser auf einen Theil ClH kamen, und füllte damit eine mässig grosse Eprouvette beinahe zur Hälfte. In eine solche Lösung legte ich ein Stück reines Blutfibrin und da zeigte sich, dass am anderen Tage das Fibrin bei gewöhnlicher Zimmertemperatur von + 16°R. im Durchschnitt gänzlich verschwunden, also verdaut war; die angestellten Gegenversuche stellten die Richtigkeit dieser Thatsache ausser allen Zweifel, indem Proben desselben Fibrins in der verdünnten Salzsäure binnen 24 Stunden nur in der bekannten Weise aufgequollen waren.

Die zweite Versuchsreihe war folgende: In eine schwache Lösung von gekochtem Amylum gab ich das erste Mal die Chylusmagen und Blinddärme, die ich zuvor ihres Inhaltes sorgfältig entleert hatte,

von fünf, das zweite Mal von einem, und das dritte Mal von sechs Thieren, und liess das Ganze bei dem ersten Versuche sechs, beim zweiten vier und beim dritten bloss drei Stunden ebenfalls bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und ungehemmtem Luftzutritt stehen. Nach Verlauf dieser Zeit zog ich mit Alkohol aus, dampfte diesen dann ab und die durch Güte des Herrn Professor Brücke mit dem Rückstande angestellten Proben erwiesen Folgendes: In jedem Rückstande war Zucker nachweisbar, im zweiten zwar nur in geringeren aber sicheren Spuren, im ersten und dritten aber in beträchtlicher Menge. Man thut also gut, wenn man zu diesem Versuch immer eine grössere Menge von Chylusmagen nimmt. Die angestellten Gegenversuche bestanden darin, dass ich eine gleich grosse Menge Stärkekleister bei derselben Temperatur eben so lange stehen liess, um zu sehen ob nicht etwa durch freiwillige Zersetzung sich Zucker bilde, was aber nicht geschah.

Auf dieselbe Weise wie mit dem Chylusmagen verfuhr ich mit den Speicheldrüsen, bei denen auch ganz so wie früher Gegenversuche angestellt und auch dieselben Resultate erzielt wurden. Aus diesen Versuchen gehen nun folgende Thatsachen mit Sicherheit hervor: Das Secret der sogenanten Speicheldrüsen verdaut geronnenes Fibrin nach Art der Magensaftdrüsen der Wirbelthiere, es kann aber auch zur Verdauung des Stärkemehles mitwirken, so dass sich nicht entscheiden lässt, in wie weit die letztere sein Werk oder das Werk des alkalischen Secretes des Chylusmagens sei.

Fassen wir nun alle wichtigen Ergebnisse im Allgemeinen zusammen, so sind diese folgende:

1. *Die Chitinmembran ist im ganzen Darm mit Ausnahme des Chylusmagens vorhanden.*

2. *Die Zellenschicht unter der Chitinmembran ist nicht drüsiger Natur.*

3. *Das Epithel des Chylusmagens ist ein resorbirendes, nur die an der Wand des Chylusmagens sitzenden Gebilde sind ein alkalisches Secret absondernde Drüsen.*

4. *Es giebt nur einerlei Art malpighischer Gefässe und diese sind Harngefässe* [1]).

5. *Das Secret der Speicheldrüsen verdaut Stärke, und in mit ClH angesäuertem Wasser auch Fibrin.*

6. *Durch den Chylusmagen kann man gleichfalls Stärkekleister in Zucker umwandeln.*

---

[1]) Um zu sehen, ob sich nicht in irgend einem Theile des chylopoëtischen Systems gallenbereitende Organe auffinden liessen, befeuchtete ich einen ganzen Darmkanal mit seinen Anhängen mit verdünnter Salpetersäure und liess ihn längere Zeit an der Luft liegen, um abzuwarten, ob sich etwa die eine oder die andere Partie grün färben würde, aber es geschah nicht.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Der ganze Intestinal-Tractus.
*aa* Schlund (faux),
*a* Oesophagus,
*b* Kropf,
*c* eigentliche Speicheldrüsen,
*d* Speichelreservoir,
*e* Kaumagen,
*f* Blinddärme,
*o* Chylusmagen,
*g* Malpighische Gefässe,
*h* Dünndarm,
*i* Dickdarm,
*k* Coecum,
*l* Rectum,
*m* birnförmige Auftreibung desselben,
*n* Wülste,
*s* Ringswulst am Dünndarm,
*d'* Ausführungsgänge der Speicheldrüsen und des Speichelreservoirs,
*c'* Ausführungsgänge der Speicheldrüsen,
*d'* „ des Speichelreservoirs.

„ 2. Stück des Kaumagens, aufgeschnitten und stark vergrössert, von innen angesehen,
*a* Zähne,
*b* Hauptleiste,
*c* Nebenleisten,
*d* Taschen der ersten Reihe,
*e* „ „ zweiten „
*f* Leisten, die sich an die Taschen inseriren,
*g* Felder der Chitinmembran der Ingluvies, von kleineren Stacheln begrenzt.

„ 3. Durchschnitt vom Oesophagus senkrecht auf die Längsachse geführt.
*a* Eine Trachea,
*b* Durchschnitt vom Quer- und Längsmuskel,
*c* *Membrana propria*,
*d* Zellenschicht,
*e* Chitinmembran,
*f* Stacheln.

„ 4. Muskelhaut des Oesophagus, bestehend aus zwei über einander liegenden Schichten.

Fig. 5. Zellenschicht des Oesophagus mit der dazwischen und darunter liegenden *Membrana propria*.

„ 6. *a* u. *b* Stacheln im Oesophagus, sehr stark vergrössert.

„ 7. Zwei wellenförmige Linien mit den darauf sitzenden Stacheln.

„ 8. Durchschnitt eines Zahnes vom Kaumagen, nachdem die Chitinhülle abgelöst worden ist.
*a* Ringsmuskel,
*b* Radialmuskel,
*c* Längenmuskeln, die sich an den Zahn inseriren,
*d* „ „ „ „ die Tasche inseriren,
*e* Zellenschicht.

„ 9. Durchschnitt des Chylusmagens.
*a* Muskelschicht,
*b* *Membrana propria*,
*c* Drüsen,
*d* Cylinderepithel,
*e* Stäbchen.

„ 10. Eine isolirte Zelle aus dem Cylinderepithel des Chylusmagens.

„ 11. Ein sich theilender Ausführungsgang einer Speicheldrüse mit mehreren Acinis
*a* *Membrana propria* } des Ausführungsganges,
*b* Epithelium }
*c* Chitinmembran,
*d* *Membrana propria* } der Acini.
*e* Zellen }

„ 12. Malpighisches Gefäss.

„ 13. Klappe zwischen Dünn- und Dickdarm.
*a* Klappenzipfel,
*b* eigentliche Klappe.

# XXI.

## Ein Beitrag zur Kenntniss der glatten Muskeln.

Von

**Jac. Moleschott.**

### 1. Methode der Untersuchung.

Ein Jeder, der öfters im Falle gewesen ist, glatte Muskelfasern zu präpariren, weiss, dass die zu überwindende Schwierigkeit darin besteht, die von Kölliker zuerst richtig erkannte Faserzelle mit ihren beiden zugespitzten Enden isolirt so darzustellen, dass man zugleich den stäbchenförmigen Kern und die Faser deutlich sieht. Wendet man, wie das von Anfang an am häufigsten geschehen ist, Essigsäure an, um zum Ziel zu gelangen, dann läuft man am leichtesten Gefahr, dieselbe zu stark zu nehmen, so dass man zwar auf der Stelle die Kerne sehr deutlich hervortreten sieht, die Fasern dagegen entweder so stark aufquellen, dass man ihre Grenzen nicht erkennt, oder geradezu sich auflösen. Aber man kann sich auch umgekehrt einer zu schwachen Essigsäure bedienen, und dieser Fehlgriff bringt zweierlei Uebelstände mit sich. Es lassen sich nun die Fasern nicht als isolirte Einheiten darstellen oder doch nur sehr schwierig, weil der Zwischenstoff, welcher die Fasern zusammenkittet, in der zu stark verdünnten

Essigsäure schwer löslich ist, und ausserdem sind die Kerne nicht sichtbar.

Ich habe daher, gestützt auf meinen Lieblingssatz, dass das beste Messer in der Hand des Mikroskopikers ein richtig gewähltes chemisches Reagens ist [1]), mit Hülfe der Herren Jenni von Glarus und Hirt von Solothurn, die Frage beantwortet, wie stark die Essigsäure sein muss, wenn man Beides erzielen will, dass nämlich die Faserzellen als solche deutlich seien und zugleich die Kerne. Auf die Leichtigkeit der Isolirung der Fasern wäre allerdings auch ein Nachdruck zu legen, da das Gewebe der glatten Muskelfasern, in der Muskelhaut des Darmkanals z. B., einen so hohen Grad von Elasticität besitzt, dass es die arbeitenden Nadeln, wenn ich so sagen darf, verspottet. Ich unterlasse es aber, diese Aufgabe zu betonen, weil ich gleich nachher ein Mittel angeben kann, welches in dieser Beziehung die Essigsäure weit hinter sich lässt.

Wenn man es mit Geweben zu thun hat, die sehr vorherrschend aus glatten Muskelfasern bestehen, dann ist die Mischung von 1 Raumtheil starker Essigsäure (1,070 spec. Gew.) mit 99 Raumtheilen destillirten Wassers ein Mittel, das sicher zum Ziele führt. Taucht man z. B. Abschnitte der Muskelhaut des Magens oder Darms der Säugethiere 5 bis 10 Minuten bei einer Zimmerwärme von etwa 20° C. in die bezeichnete Flüssigkeit, dann findet man, dass die oberflächlichen Schichten es gestatten, die Muskelfasern zu isoliren, und man erhält leicht mikroskopische Bilder von Faser und Kern, die nichts zu wünschen übrig lassen. Am besten gelingt dies, wenn die Muskelhaut nicht ganz frisch, sondern, von Schleimhaut und Serosa getrennt, einen Tag lang aufbewahrt wurde. Nicht nur, dass die Fasern sich dann leichter in ihrer ganzen Länge isoliren lassen, sondern sie treten auch deutlicher hervor, weil sie nicht ganz homogen und durchsichtig, sondern mehr oder minder undurchsichtig und schwach körnig werden. Trotzdem erscheinen dann die stäbchenförmigen Kerne deutlich.

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. IV, S. 106. Ich erlaube mir hier das obige Motto von mir selber zu citiren, nicht weil es dem Inhalte nach neu ist, sondern weil es den Ausgangspunkt zu einer Reihe von Studien bildet, über welche ich in dieser Zeitschrift noch öfter zu berichten hoffe.

Aber, ich muss es betonen, sicher geht man nur, wenn man alle die oben angegebenen Vorsichtsmaassregeln beachtet: die richtige Concentration, die Zeit und den Wärmegrad, was allerdings eine leichte Sache ist. Ueber die Concentration der Säure ist das Nöthige bereits gesagt. Die Dauer der Maceration muss um so länger sein, je kühler das Zimmer ist; im Sommer bedarf es oft keiner fünf Minuten, ist die Zimmerwärme nur 17° C. oder darunter, dann muss häufig die Einwirkung der einprocentigen Essigsäure eine Viertelstunde und gar noch länger dauern, denn der individuelle Zustand der Muskelhaut ist auch nicht ohne Einfluss. Hält man sich an diese Bemerkungen, dann braucht man durchaus kein Nadelkünstler zu sein, um für eine Colleg-Vorweisung die lehrreichsten Präparate zu improvisiren.

Dauert jedoch die Einwirkung der einprocentigen Essigsäure zu lange, dann werden die Fasern so durchsichtig, dass man sie nicht mehr erkennen kann. Zur rechten Zeit, d. h. noch etwa nach einer halben Stunde, lässt sich dieser Schaden ausgleichen, wenn man unter das Deckgläschen *wenig* Alkohol oder gesättigte Kochsalzlösung zufliessen lässt. Sowie man aber zu viel von diesen Mitteln nimmt, um den Fasern wieder den hinlänglichen Grad von Undurchsichtigkeit zu ertheilen, dann schrumpfen diese in der Richtung des Querdurchmessers so stark zusammen, dass die Kerne undeutlich und zuletzt gar völlig unsichtbar werden. Durch noch längere Maceration in einprocentiger Essigsäure werden die Fasern gelöst, so dass man unter dem Mikroskop nur noch die Kerne sieht. Ausdrücklich sei hier bemerkt, dass ich mich zu allen diesen Macerationen kleiner Schälchen mit flachem Boden bediene, die etwa 6 Mm. tief sind und einen Durchmesser von 5 C. M. haben, und dafür sorge, dass die zu macerirenden Theile ganz in der Flüssigkeit untergetaucht sind.

Eine Essigsäure von 1,5 % wende ich in neuerer Zeit nur dann an, wenn ich es mit Geweben zu thun habe, in welchen, wie in der mittleren Haut grosser Arterien oder im Lungengewebe, die glatten Muskeln mit zahlreichen elastischen Elementen vermischt sind. Allein in den meisten dieser Fälle ist es noch vorzuziehen, wenn man mehre Tage oder Wochen lang die Gewebstheile in meiner *starken Essigsäuremischung*

liegen lässt, natürlich in geschlossenen Gläsern [1]). Darin kann man auch Muskelhäute Monate lang aufbewahren, und wenn man sie nachher in eine Mischung von

1 Raumtheil starker Essigsäure (1,070 spec. Gew.)
25 Raumtheilen Alkohol (0,815 spec. Gew.)
und 50 „ destillirten Wassers

legt, die ich als *schwache Essigsäuremischung* bezeichne, dann hält sich das Gewebe, so viel ich jetzt schon weiss, mindestens anderthalb Jahr in einem zur Untersuchung sehr geeigneten Zustande. Die Fasern lassen sich namentlich in ihrer ganzen Länge verhältnissmässig leicht isoliren. Die Essigsäuremischungen haben aber den Fehler, dass sie bei einer Einwirkung von vielen Monaten schliesslich die Kerne auflösen, ein Vorgang, den man ziemlich leicht in seinen einzelnen Uebergangsstadien, vom körnigen Zerfallen bis zu dem gänzlichen Verschwinden des Kerns beobachten kann.

Ein souveränes Mittel, um die glatten Muskelfasern in Muskelhäuten nicht zu 4 oder 5 oder Dutzenden, sondern zu Hunderten zu isoliren, ist, wie ich mit meinem sehr eifrigen Assistenten, Herrn Hufschmid von Nesselnbach (Aargau), genauer ermittelt habe, eine Kalilauge von 32,5 %, die so angefertigt ward, dass 32,5 Gewichtstheile käufliches Kali causticum in baculis in 67,5 Gewichtstheilen destillirten Wassers gelöst wurden. Das Kali, dessen ich mich bediente, enthielt, wie die alkalimetrische Untersuchung lehrte, 79 % Kalihydrat, und 1,06 % Kohlensäure. Den günstigen Einfluss einer Kalilauge von der angegebenen Stärke habe ich zuerst in Erfahrung gebracht, als ich die von mir zur Untersuchung der verhornten Theile des menschlichen Körpers empfohlenen Kalilaugen in etwas stärkerer Concentration auf das Darmepithel des Frosches anwenden wollte. Eine 30 % Kalilösung leistete für die kegelförmigen Epithelzellen nichts; das ganze Darmstück wurde nach kurzer Maceration ausserordentlich weich, unter dem Mikroskop zeigten sich aber neben anderen Gebilden unzählige schön isolirte, in der Mitte bauchige, an beiden Enden zugespitzte, dunkel-

[1]) Vergl. meine Angaben in dieser Zeitschrift, Bd. IV, S 99, wo die Vorschrift zur Bereitung der starken Essigsäuremischung mitgetheilt ist.

randige, unregelmässig wellenförmig geschlängelte Fasern mit Andeutungen von stäbchenförmigen Kernen, die ich für nichts Anderes als glatte Muskelfasern halten konnte. Sie waren es in der That. Denn als ich die Muskelhaut vom Ochsenmagen auf gleiche Weise behandelte, zeigte sich zwischen den von dieser herrührenden Bildern und jenen, welche der Froschdarm geliefert hatte, kein Unterschied.

Ich habe nun mit Herrn Hufschmid Kalilaugen von 30 %, 32,5 % und 35 % mit einander verglichen, und wir sahen keine Veranlassung die Vergleichung weiter auszudehnen, da sich die mittlere Concentration am besten bewährte. Nach einer 20—30 Minuten bei mittlerer Zimmerwärme fortgesetzten Maceration zerfallen die an glatten Muskelfasern reichen Gewebe mit der grössten Leichtigkeit in isolirte Fasern, welche Anfangs in ziemlicher Anzahl noch charakteristisch genug die stäbchenförmigen Kerne wahrnehmen lassen, obgleich in letzterer Beziehung Essigsäure und Essigsäuremischungen bei Weitem vorzüglicher wirken als Kalilauge. In dieser quellen nämlich die Kerne bald auf, nehmen eine rundliche Gestalt an und werden schliesslich gelöst. Es bestätigt sich also für die Faserzelle der glatten Muskeln das so allgemein an Zellen und deren Derivaten beobachtete Verhalten, dass nämlich die Zellenwand den Alkalien, der Zellenkern der Essigsäure besser widersteht.

Ich fasse die mikrochemischen Vorschriften zur Präparation der glatten Muskelfasern in folgenden Sätzen kurz zusammen.

*Will man die glatte Muskelfaser aus Muskelhäuten isolirt darstellen, so dass man den stäbchenförmigen Kern und die Faser gleich deutlich sieht, dann macerire man kleine Abschnitte des betreffenden Gewebes bei mittlerer Zimmerwärme 5 bis 10 Minuten in einprocentiger Essigsäure.*

*Gilt es die glatten Muskelfasern in grosser Anzahl mit der geringsten Mühe zu isoliren, ohne dass ein Nachdruck auf die Demonstration des Kerns gelegt wird, so wende man eine bei mittlerer Zimmerwärme 20 bis 30 Minuten lang fortgesetzte Maceration des Gewebes in Kalilauge 32,5 % an.*

*Um endlich die Muskelfasern Monate lang mit ihren Kernen in einem vortrefflichen und leicht isolirbaren Zustande zu erhalten, legt*

*man das Gewebe erst einige Wochen in meine starke Essigsäuremischung, um es nachher in meiner schwachen Essigsäuremischung zu bewahren.*

Nach diesen methodologischen Erfahrungen lag es für mich sehr nahe, sie zur Beantwortung einiger Fragen, das glatte Muskelgewebe betreffend, anzuwenden, und über diese Anwendung soll in den folgenden Blättern Bericht erstattet werden.

### 2. Darmmuskeln.

Lässt man ein frisches Darmstück vom Menschen oder von einem Säugethier drei Wochen in meiner schwachen und darauf sechs Wochen in meiner starken Essigsäuremischung liegen, dann findet man den serösen Ueberzug des Darms ganz oder beinahe ganz gelöst, und man kann nun mit Leichtigkeit die Muskelhaut in ihre äussere Längsschicht und ihre innere Kreisfaserschicht zerlegen. Das Verfahren ist sehr empfehlenswerth, um anatomische Präparate von der Muskelhaut des Darms und ihren beiden Schichten anzufertigen. Ich habe es dazu benützt, die Längenmaasse der Muskelfasern und ihrer Kerne in den beiden Schichten zu vergleichen.

Zu dem Ende liess ich Abschnitte der in ihre beiden Schichten zerlegten Muskelhaut des Menschen $^3/_4$ bis 1 ganze Stunde in 30procentiger Kalilauge liegen, dafür sorgend, dass die Präparate aus beiden Schichten nach gleich lange fortgesetzter Maceration dargestellt wurden, wobei mich Herr Hufschmid unterstützte. Die Fasern liessen sich dann leicht isoliren.

Die Länge der Fasern der Längsschicht schwankte zwischen 0,123 und 0,333 Mm., das Mittel aus zehn Messungen war 0,219 Mm.

Die Länge der Elemente der Kreisfaserschicht war 0,117 bis 0,380 Mm., die mittlere Länge nach zehn Messungen: 0,214 Mm.

Um die Länge der Kerne in beiden Schichten zu bestimmen wurden Präparate benützt, auf welche die Essigsäuremischungen gleich lange eingewirkt hatten, ohne nachherigen Zusatz von Kali.

Die Länge der Kerne in der Längsfaserschicht war 0,015 bis 0,025 Mm., durchschnittlich, nach zehn Messungen: 0,020 Mm.

Die Länge der Kerne in der Kreisfaserschicht schwankte zwischen 0,017 und 0,027 Mm; das Mittel von zehn Messungen war 0,020.

Ich habe solche Messungen auch am Hundedarm vorgenommen und fand hier die Fasern beider Schichten nach mehrwöchiger Einwirkung meiner starken Essigsäure so leicht isolirbar, dass ich keine Kalilauge anzuwenden brauchte, um gut messbare Objecte in hinlänglicher Anzahl zu gewinnen. Bei diesen Messungen half Herr Hirt.

Die Fasern der Längsschicht massen 0,17 bis 0,32 Mm., das Mittel aus zehn Messungen ergab 0,250 Mm.

In der Kreisfaserschicht mass die kleinste Faser 0,200, die grösste 0,405 Mm., die mittlere Länge betrug nach zehn Messungen 0,249 Mm.

Die Länge der Kerne war in der Längsschicht 0,022 bis 0,028 Mm., Mittel aus zehn Messungen 0,024 Mm.

Die Länge der Kerne in der Kreisfaserschicht schwankte zwischen 0,020 und 0,032, das Mittel aus zehn Messungen ergab 0,024 Mm.

*Hieraus ergiebt sich, dass die glatten Muskelfasern in den beiden Schichten der Muskelhaut im Darm des Menschen wie in dem des Hundes wesentlich dieselbe Länge haben. Das Gleiche gilt von den Kernen.*

In der Muskelhaut des Hundedarms sind die Kerne etwa $^1/_6$ länger als in der des Menschendarms, obgleich beide nur in Essigsäuremischung macerirt wurden; hiernach dürfte es nicht bloss von der verschiedenen Behandlung herrühren, dass auch die Fasern der Darmmuskeln beim Hunde ungefähr $^1/_7$ länger gefunden wurden als beim Menschen. Zwischen der Länge der Kerne und der Fasern findet somit beim Menschen und beim Hunde nahezu dasselbe Verhältniss Statt.

Die Längsmuskeln des Hundedarms sind in Bündeln geordnet, die auf dem Querschnitt unregelmässigen Kreisabschnitten gleichen, deren Sehnen 0,48 bis 0,77 Mm., durchschnittlich 0,60 Mm. messen.

Wenn man die Muskelhaut eines längere Zeit in starker Essigsäuremischung macerirten Hundedarms in die Längsschicht und Kreisfaserschicht spaltet, dann kann man schon mit blossem Auge wahrnehmen, dass ganze Muskelbündel der Längsschicht in die Querschicht eindringen. Betrachtet man nun Abschnitte der Querschicht unter dem Mikroskop, dann sieht man einzelne Bündel von Längsfasern, welche die Hauptrichtung der Fasern senkrecht kreuzen. Und umge-

kehrt, wenn man einzelne Abschnitte der Längsschicht untersucht, findet man stellenweise dünne, bisweilen nur aus zwei Fasern bestehende Bündel von Querfasern.

Hat man bei starker Essigsäuremischung macerirte Abschnitte des Hundedarms getrocknet, dann lassen sich sehr leicht feine Schnitte der Muskelhaut darstellen, die durch nachheriges Einweichen in derselben Essigsäuremischung sehr schön durchsichtig werden. Hat man sich auf diese Weise Tangentialschnitte der Längsmuskelschicht verschafft, dann findet man an manchen Stellen, in Abständen von 0,3 bis 1,5 Mm. Querfasern, welche senkrecht die Längsfasern kreuzen. Auf gleiche Weise gewonnene Radialschnitte der Längsmuskelschicht zeigen nicht selten Reihen der unregelmässig vieleckigen Querschnitte von querläufigen Fasern, welche der Breite nach 2, 4, 6 und mehr Querschnitte zählen, der Länge nach bisweilen von der Serosa bis zur Querschicht reichen, gewöhnlich aber Bündel darstellen, welche $^1/_3$, $^1/_2$, $^2/_3$ von der Dicke der Längsschicht lang sind. In ganz ähnlicher Weise finden sich Bündel von Längsfasern in der Ringfaserschicht. In der Kreisfaserschicht eines Kalbsdarms fand ich die Längsbündel, welche 0,07 bis 0,13 Mm. breit waren 0,7 bis 1,3 Mm. von einander entfernt; der Abstand zwischen den Längsbündeln war also zehnmal so gross als deren eigene Breite.

*Hiernach ist die herkömmliche Lehre, als wenn die Längsschicht in der Muskelhaut des Darms nur Fasern enthielte, die der Achse des Darmrohrs gleichläufig sind, und die Kreisfaserschicht nur querläufige Fasern, zu berichtigen. Beide Schichten verdienen allerdings ihre bisherigen Namen, aber nur deshalb, weil diese die Hauptrichtung der Fasern richtig bezeichnen.*

An manchen Stellen findet man auch Muskelfasern, die dem Radius des Darmrohrs gleich gerichtet sind. Längsschnitte der in starker Essigsäuremischung eingeweichten und dann getrockneten Muskelhaut des Hundedarms zeigen nicht selten, wenn sie in der Essigsäuremischung gehörig wieder aufgeweicht sind, aussen Längsfasern, in der Mitte Fasern, deren Richtung, wenn auch im Allgemeinen etwas schräge, dem Radius des Darmrohrs entspricht, und innen Querschnitte von den Fasern der Kreisschicht herrührend. In einem Falle fand ich die Dicke

der äusseren Längsschicht = 0,35 Mm.,
der mittleren Radialschicht = 0,21 „
der inneren Kreisschicht = 0,42 „
also der ganzen Muskelhaut = 0,98 „

Ich fand die Radialschicht inniger mit der Kreisschicht als mit der Längsschicht verbunden, so dass nach obiger Messung, wenn man die Radialschicht mit der Kreisschicht zusammennimmt, diese beinahe doppelt so dick wäre wie die Längsschicht.

Jene schrägen Radialfasern verlaufen in vertikaler Richtung von der Längsschicht zur Kreisfaserschicht; deshalb sieht man sie vorzüglich schön an Längsschnitten der Muskelhaut des Darms, während Querschnitte nur mehr oder minder verlängerte schiefe Durchschnitte der Muskelfasern zwischen den Längs- und Ringfasern wahrnehmen lassen. An vielen Stellen fehlen diese Uebergangsfasern indessen ganz.

Die bindegewebigen Elemente, welche die glatten Muskeln zu Bündeln vereinigen, sind der Hauptrichtung nach mit ihren Fältchen und Zellen radial, jedenfalls immer senkrecht auf die Hauptrichtung der Muskelfasern geordnet.

In der Muskelhaut des menschlichen Darms kommen Fasern vor, welche sich dichotomisch spalten. Aus einem Präparat, das 3 Wochen in schwacher, 6 Wochen in starker Essigsäuremischung und 1 Stunde in 30procentiger Kalilauge gelegen hatte, sah ich eine Faser,

deren längstes ungetheiltes Ende . . . 0,20 Mm.,
„ kürzeres Ende jenseits der Theilung 0,12 „
„ längeres „ „ „ „ 0,18 „

mass. Die beiden äussersten Enden der Faser waren also 0,38 Mm. von einander entfernt. Eine andere Faser, welche von einem Präparate stammte, das 14 Wochen in starker Essigsäuremischung und dann 1 Stunde in 30procentiger Kalilauge gelegen hatte, war

vor der Theilung . . . . . 0,08 Mm.,
der eine Ast nach der Theilung 0,03 „
„ andere „ „ „ „ 0,05 „

lang. Kurz vor der Theilung war die Faser ein wenig dicker als in ihrem übrigen Verlauf.

Meine starke Essigsäuremischung gewährt auch ein vortreffliches Mittel, um die von Brücke entdeckte Muskulatur der Darmschleimhaut zu studiren. Auch hier ist die äussere Längsschicht dünner als die innere Kreisfaserschicht. Aus Präparaten vom Dünndarm des Hundes, der über ein Jahr in starker Essigsäuremischung gelegen hatte, schnitt ich schmale Riemen, die getrocknet feine Längsschnitte lieferten, und durch Wiedereinweichen in der Essigsäuremischung ausgezeichnete Objecte darstellten.

Die Dicke der äusseren Längsschicht betrug 0,067 Mm.,
„ „ „ inneren Kreisschicht „ 0,107 „ .

*Demnach ist also die Kreisschicht der Schleimhautmuskeln des Darms etwa um ein Drittel ihres eigenen Durchmessers dicker als die Längsschicht.* Die Länge der isolirten Muskelfasern ist hier viel kleiner als in der Muskelhaut des Darms. In der Längsschicht der Schleimhautmuskeln des Hundedarms misst sie 0,067 Mm., also nur reichlich $^1/_4$ von der Länge der Fasern in der Muskelhaut. Wie Kölliker [1]) habe ich auch zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen glatte Muskelfasern gesehen, und zwar nicht bloss um die blinden Köpfchen derselben, sondern auch um die Körper der Röhren. Eine solche Faser, welche parallel der Längsachse einer Lieberkühn'schen Drüse verlief, mass 0,063 Mm., ihr Kern 0,015 Mm. Die Länge der Kerne der die Oberfläche Lieberkühn'scher Drüsen dicht umspinnenden Haargefässe ist geringer, ich fand sie 0,005 bis 0,010 Mm., im Mittel 0,0076 Mm.

In den Zotten des Dünndarms reichen die Muskelfasern beim Menschen sowohl, wie beim Hunde, bis dicht an die Oberfläche. Ich habe mich hiervon an Präparaten überzeugt, die 14 Wochen in starker Essigsäuremischung gelegen hatten. *Auch sind die Zotten des menschlichen Dünndarms sowohl, wie die des Hundes ziemlich reich an Muskelfasern, welche senkrecht zur Achse der Zotten gerichtet sind, ja es sind diese Querfasern beim Menschen häufig nicht über 0,003 Mm. von einander entfernt.*

Die Länge der Muskelfasern in den Zotten schwankt beim Men-

---

[1]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 3. Aufl., 1859, S. 420.

schen zwischen 0,033 und 0,047 Mm., durchschnittlich misst sie 0,04 Mm., also beinahe $^2/_3$ von der Länge der Fasern in der zusammenhängenden Muskelschicht der Schleimhaut. Die Kerne dagegen sind in den Zotten eben so gross, wie am letztgenannten Orte, ihre Länge beträgt nämlich 0,016 bis 0,018 Mm

Für die Untersuchung der Zottenmuskeln darf ich wohl meiner Essigsäuremischung einen besonderen Werth beilegen, da Donders und Kölliker angeben, dass dieselben beim Menschen schwerer als bei Thieren zu beobachten sind. Donders sagt: „beim Menschen sind diese Kerne (der glatten Muskelfasern nämlich) viel kleiner als beim Hunde, auch sparsamer und manchmal gar nicht wahrzunehmen, zumal in Leichen, die nicht frisch sind“ [1]).

### 3. Muskeln der Lungenbläschen.

Durch die Angaben von Schröder van der Kolk [2]) und von mir [3]) weiss man, dass die Wand der Lungenbläschen vorzugsweise aus elastischen Fasern besteht. Allein schon in meiner Dissertation [4]) hatte ich von der Anwesenheit von Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen gesprochen und wenig später, nachdem ich mit den bahnbrechenden mikrochemischen Untersuchungen von Donders und Mulder bekannt geworden war, richtigere und genauere Angaben darüber gemacht, indem ich namentlich die glatten Muskelfasern den elastischen Elementen unterordnete [5]). Heute, nach 13 Jahren, habe ich darüber nichts zu berichtigen, als dass ich diese Unterordnung der muskulösen Elemente unter die elastischen nachdrücklicher hätte betonen sollen.

Indess die Existenz der Muskelfasern in den Lungenbläschen ist nicht anerkannt. Zwar wurde von Kölliker sehr bald

---

[1]) Donders, Physiologie des Menschen, 2. Auflage, Bd. I, S. 319. Vergl. Kölliker, Würzburger Verhandlungen, 21. Mai, 1853.

[2]) Schröder van der Kolk, Nederlandsch lancet, 2e Serie, Deel I, p. 428.

[3]) Jac. Moleschott, ebendaselbst, pag. 446. und folg.

[4]) Jac. Moleschott, de Malpighianis pulmonum vesiculis, 1845. p. 37, 38.

[5]) Jac. Moleschott, Holländische Beiträge, herausgegeben von van Deen. Donders und Moleschott, Bd. I, S. 17, 18, und Nederlandsch lancet, Deel I, p. 447.

meine erste Angabe bestätigt [1]), allein später die Bestätigung widerrufen, zuerst in dem ersten Bande seiner mit Siebold herausgegebenen Zeitschrift, zuletzt in seinem Handbuch der Gewebelehre [2]), nachdem zuvor Rossignol [3]) und Adriani, der unter der Leitung von Schröder van der Kolk und Harting gearbeitet hat, die Anwesenheit von Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen geläugnet hatten [4]). Da es keine Ehre bringt, einem Gegenstand, der vorhanden ist und auf den schon von verschiedenen Seiten aufmerksam gemacht war, die Existenz abzusprechen, so werde ich mich weiterer Citate enthalten und nur bemerken, dass mit einer einzigen Ausnahme alle diejenigen, die sich mit der Untersuchung der Lungen selbst befasst haben, für die Wand der Lungenbläschen die Anwesenheit glatter Muskelfasern in Abrede stellen. Nur Gerlach hat sich im Jahre 1849 für ihre Existenz ausgesprochen [5]). Ich berufe mich auf sein seitdem nachdrücklich wiederholtes Zeugniss im gleichen bejahenden Sinne um so lieber, da Gerlach es ablegt, ohne meine früheren Angaben zu berühren. Im Jahre 1854 schrieb Gerlach: „Auch glatte Muskelfasern, welche denselben Anblick, wie die in den Bronchialästchen vorkommenden, gewähren, konnte ich mit grösster Bestimmtheit in den Wandungen der Lungenbläschen des Schaafes unterscheiden; auch in der Lunge eines zweijährigen Kindes fand ich dieselben . . . . . Durch ihr helles schleimiges Ansehen entziehen sich die glatten Muskelfasern hier allerdings häufig der Beobachtung, allein noch ganz vor Kurzem habe ich an frisch gekochten Lungenparthieen eines Erwachsenen dieselben mit der grössten Bestimmtheit wahrgenommen“ [6]). Aber, wie gesagt, ich stehe in dieser Beziehung mit Gerlach allein, und

---

[1]) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. I, S. 21.

[2]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., S. 479.

[3]) Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon, Bruxelles 1846, p. 68.

[4]) A. Adriani, Dissertatio anatomica inauguralis de subtiliori pulmonum structura, Trajecti ad Rhenum 1847, p. 63.

[5]) Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre, S. 248, 249.

[6]) Gerlach, in der zweiten Auflage seines Handbuchs, S. 277, 278.

wenn so ansehnliche Mikroskopiker, wie Harting, Kölliker, Donders [1]), Reichert [2]), ihre Stimmen in die entgegengesetzte Wagschale legen, dann ist es nicht zu verwundern, wenn die negative Angabe eine Art von Bürgerrecht erworben hat in den Handbüchern, deren Verfasser nur allzu oft lieber die Stimmen zählen und wägen, als sich über Streitpunkte durch eigene Untersuchung ein Urtheil zu bilden, bevor sie sich in dem einen oder dem anderen Sinne entschieden aussprechen. Bei so bewandten Umständen schien es mir nicht nur gerechtfertigt, sondern Pflicht, seitdem ich im Besitz von Untersuchungsmethoden bin, welche die glatten Muskelfasern auch an zweifelhaften Orten leichter zugänglich machen, den Gegenstand noch einmal aufzunehmen und meinen Befund nicht bloss gelegentlich, sondern mit einigem Nachdruck öffentlich mitzutheilen.

Ich habe mich in letzterer Zeit zu dem in Rede stehenden Zweck vorzüglich an die Lungen des Schweins, des Ochsen und des erwachsenen Menschen gehalten und empfehle denen, welche die Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen noch nie gesehen haben, am meisten die Schweinelungen, und im Allgemeinen erwachsene vor jugendlichen Individuen, ganz besonders die Ochsenlungen vor denen des Kalbs.

Um nun die glatten Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen sichtbar zu machen, haben sich folgende Verfahrungsweisen als die vortheilhaftesten herausgestellt. Entweder man legt kleine Stückchen der frischen Lunge, etwa Würfelchen von 4 bis 6 Mm. Höhe in meine starke Essigsäuremischung und lässt sie längere Zeit darin liegen. Die Ochsenlungen, welche mir die schönsten Bilder gegeben haben, hatten über ein Jahr in der Essigsäuremischung gelegen. Darauf macerirt man die aus der Essigsäuremischung genommenen Stückchen etwa 24 Stunden in einer ziemlich reichlichen Menge distillirten Wassers, wodurch namentlich viel Epitheliendetritus

---

[1]) Donders, Physiologie des Menschen, Bd. I. (zweite Auflage), S. 364.

[2]) Ernestus Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium sériferorum, Dorpati Livonorum 1850, p. 27—30.

abgespült werden kann, zerzupft die Stückchen und versetzt die Präparate behufs der mikroskopischen Untersuchung auf dem Objectträger mit 1,5procentiger Essigsäure. Auf diese Weise angefertigte Präparate zeigen sehr deutliche glatte Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen, mit charakteristischen stäbchenförmigen, etwas gelblichen Kernen. Das zweite Verfahren besteht darin, dass man die Lungen aufbläst, kleine Stücke (nach den verschiedenen Dimensionen 4 bis 6 Centim. messend) davon mit einem breiten Bande abschnürt, trocknet, und nachdem sie trocken genug sind, um feine Schnitte davon anzufertigen, diese etwa drei Stunden in einprocentiger Essigsäure einweicht.

Wünscht man zu einem besonderen Zwecke, etwa zur Messung, die glatten Muskelfasern der Lungenbläschenwand vollständig zu isoliren, dann ist es sehr zweckmässig, dünne Schnitte der getrockneten Lunge in 35procentiger Kalilauge eine halbe bis ganze Stunde zu macceriren.

Untersucht man auf die angegebene Weise die Wand der Lungenbläschen, dann findet man, dass die Muskelfasern in der Schweinelunge am häufigsten, weniger häufig in der Ochsenlunge und am seltensten in der Menschenlunge sind, aber sie finden sich in allen dreien. Je seltener nun die Muskelfasern sind, desto zahlreicher sind die elastischen Fasern, so dass letztere in der Schweinelunge ein viel weniger entwickeltes Netz darstellen, als in der Lunge des Menschen und Ochsen. Man hat also hier ein ähnliches Beispiel der Vertretung von Muskelfasern durch elastische Elemente und umgekehrt, wie sie für den Musculus glossoëpiglotticus der Thiere in dem elastischen Ligamentum glossoëpiglotticum des Menschen gegeben ist; letzteres besteht der Regel nach aus elastischen Fasern und Bindegewebe, kann aber auch muskulös sein [1]). Die zahlreichen Fälle, in welchen elastische Bänder als Antagonisten von Muskeln auftreten, brauchen dem Leser dieser Zeitschrift nicht in's Gedächtniss gerufen zu werden [2]).

Aus diesen Angaben erklärt sich nun, dass die Schweinelunge zum Aufsuchen der glatten Muskelfasern in der Wand der Lungen-

[1]) Vergl. Henle, Allgemeine Anatomie, S. 407.

[2]) Vergl. unter Anderen Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie, 2. Aufl., S. 61.

bläschen einen doppelten Vortheil gewährt. Denn die Muskelfasern sind nicht bloss zahlreicher darin, sondern auch weniger inmitten von elastischen Fasern verborgen. Deshalb ist das zweite Verfahren, das ich oben angab [1]), nämlich etwa dreistündige Maceration getrockneter Lungenschnitte in einprocentiger Essigsäure, besonders für die Schweinelunge anwendbar, während für die Lungen des Menschen und des Ochsen das ersterwähnte Verfahren den Vorzug verdient, viele Monate fortgesetzte Maceration in starker Essigsäuremischung, nachheriges Ausspülen in Wasser und Zusatz von 1,5procentiger Essigsäure [2]). Indem ich dies schreibe, liegt ein Präparat vor mir, das die glatten Muskelfasern in menschlichen Lungenbläschen sehr deutlich zeigt; es wurde aus aufgeblasenen und getrockneten Lungen gewonnen, von welchen feine Schnitte 4 Monate lang in starker Essigsäuremischung und nachher 3 Tage lang in 2procentiger Essigsäure gelegen hatten. Es kommt eben darauf an, das Gewebe der Menschen- und Ochsenlungen in Flüssigkeiten, welche die Muskelfasern nicht angreifen, so lange zu maceriren, bis die elastischen Fasern so viel auseinander gewichen sind, dass man die Muskelfasern wahrnehmen kann. Deshalb muss man die Essigsäure entweder im richtigen Verdünnungsgrade oder in Begleitung von Alkohol anwenden, welcher dem schädlichen Einflusse zu reichlich zugesetzter Essigsäure entgegenwirkt.

Eine Verwechslung der glatten Muskelfasern mit Gefässepithelien, namentlich mit dem spindelförmigen Epithel kleiner Arterien, die, wo es sich, wie in den Lungen, um kleine Muskelfasern handelt, denkbar wäre, ist seit dem genauen Studium der chemischen Merkmale beider Formbestandtheile nicht mehr zu fürchten. Abgesehen davon, dass jene spindelförmigen Epithelzellen viel steifer, nicht so zierlich wellenförmig berandet sind, und wenn auch längliche, doch nicht die charakteristich stäbchenförmigen Kerne der glatten Muskelfasern haben, lösen sich letztere in starker Essigsäure und in verdünnter Kalilauge (1 bis 2 %) viel rascher auf, als dies mit Epitheliumzellen der Fall ist. Ich habe die rasche Auflösung von glatten

[1]) S. 393.

[2]) Siehe oben S. 392.

Muskelfasern der Lungenbläschen in starker Essigsäure oder in einprocentiger Kalilauge sehr häufig beobachtet.

Ausserdem könnte bei einer flüchtigen Betrachtung von einer Verwechslung glatter Muskelfasern mit spindelförmigem Epithel nur dann die Rede sein, wenn man die betreffenden Gebilde ganz isolirt vor sich hat. Die charakteristische Lage in der Wand der Lungenbläschen wird Jedem, der sie einmal gesehen hat, jenen Verdacht benehmen. Am häufigsten sieht man die glatten Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen nach aussen von einer oder mehreren elastischen Fasern, bisweilen aber auch nach innen von den elastischen Elementen, unmittelbar an das Epithel grenzend. Dieses Epithel bietet, wo es gut erhalten ist, ein wichtiges Kennzeichen, um sich zu versichern, dass man Lungenbläschen und nicht Bronchialästchen vor sich hat, da es in diesen Flimmerepithel ist, das aus kegelförmigen Zellen besteht, in jenen ein äusserst zierliches Pflasterepithel von rundlich vieleckigen Zellen mit deutlichen, verhältnissmässig grossen, rundlichen Kernen. Hier mag die Bemerkung Raum finden, dass diejenigen, die noch immer die Anwesenheit des Epithels in den Lungenbläschen läugnen [1]), nur nöthig haben, kleine Würfelchen irgend einer frischen Menschenlunge in meiner starken Essigsäuremischung einige Wochen lang zu maceriren und dann für die mikroskopische Untersuchung zu zerzupfen, um mit leichter Mühe für immer ihren Irrthum aufzugeben.

Eine andere Verwechslung, von der gelegentlich die Rede war, ist die der glatten Muskelfasern mit denjenigen Gebilden, welche ich mit Donders und Virchow als Bildungszellen elastischer Fasern ansehe. Allein die glatten Muskelfasern, und namentlich die kleinen, welche in der Lungenbläschenwand auftreten, sind niemals in solche feine Spitzen ausgezogen, wie die Bindegewebskörperchen, sie sind, vorausgesetzt, dass sie nicht mit Kalilaugen von 30 bis 35 % behan-

[1]) Vergl. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., S. 481, wo die Namen der Zweifler zu lesen sind. Kölliker's Zeichnung ist durchaus richtig und macht eigentlich jede Bestätigung überflüssig. Meine obige Bemerkung soll denn auch nicht bestätigen, sie soll belehren.

delt wurden, nie so dunkel contourirt, überhaupt durchsichtiger; ihre Kerne sind nicht so bauchig und immer beträchtlich schmäler als die Faserzellen, während die Kerne in den Bildungszellen der elastischen Fasern der Zellenwand so dicht anzuliegen pflegen, dass sie gerade deshalb so lange übersehen worden sind. Schliesslich unterscheiden sich diese Bildungszellen elastischer Fasern, wie das spindelförmige Epithel der Arterien, durch den bedeutend grösseren Widerstand, den sie verdünnter (1 bis 2 %) Kalilauge entgegensetzen, auch in chemischer Hinsicht von den glatten Muskelfasern.

Wer seine Diagnose, wie das in ähnlichen Fällen aus Noth wohl hier und da geschehen ist, bloss auf die Kerne stützen wollte, der würde selbst ohne Isolirung der Faser, die, wo dieselbe erhalten ist, natürlich das Experimentum crucis bleibt, vor einer Verwechslung ziemlich sicher sein, wenn er nicht vergisst, dass die Kerne der Haargefässe, vor denen man gewarnt hat, mehr ellipsoidisch als stäbchenförmig, im Verhältniss zu ihrer Länge dicker und mit Kernkörperchen versehen zu sein pflegen, während letztere den stäbchenförmigen Kernen der glatten Muskelfasern fehlen [1]).

Am häufigsten sind die Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen gekrümmt, der Wölbung der Bläschen entsprechend, in anderen Fällen sind sie so kurz, dass sie ziemlich gestreckt in der Wand der Bläschen Platz haben. Bisweilen verlaufen sie zwischen zwei Bläschen, und ausnahmsweise habe ich beobachtet, dass Eine Faser, obwohl nicht verästelt, zweien Bläschen angehörte, ein Fall, der für die vielfach verästelten elastischen Fasern sehr häufig ist.

Während ich in der Lungenbläschenwand des Ochsen und namentlich des Schweins nicht selten Bündel von 2, 4 und mehr neben einander herlaufenden glatten Muskelfasern beobachtet habe, ist es beim Menschen schon sehr selten, dass man zwei Muskelfasern neben einander antrifft. Mehr als zwei neben einander habe ich bisher in der Wand der Lungenbläschen beim Menschen nie gesehen.

Die Kerne der glatten Muskelfasern in den Lungenbläschen sind fast immer an den Enden abgerundet, selten zugespitzt; sie erscheinen häufig

---

[1]) Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. I. S. 49.

sehr feinkörnig. Ich fand sie gelegentlich in der charakteristischen Weise geschlängelt, wie Kölliker es für die Muskelfaserzellen aus dem Warzenhof des Weibes abgebildet hat [1]).

Die glatten Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen des Schweins massen 0,027 bis 0,05 Mm., durchschnittlich 0,036 Mm.; ihre Kerne 0,013 bis 0,017, im Mittel 0,014 Mm.

In den Lungenbläschen des Ochsen massen die glatten Muskelfasern 0,043 bis 0,087, im Mittel 0,064 Mm. An der dicksten Stelle sind die Fasern 0,005 bis 0,007 Mm. breit. Die Länge der Kerne schwankt von 0,013 bis 0,023 Mm.; durchschnittlich misst ihre Länge 0,016 Mm.

Was nun die glatten Muskelfasern aus der Bläschenwand der Menschenlungen betrifft, so muss ich mir angesichts der oben erörterten Controverse erlauben, alle Messungen hierher zu schreiben, die in meinem Tagebuch verzeichnet sind.

| Länge der Muskelfasern. | Länge der Kerne [2]). |
|---|---|
| 0,053 Mm. | 0,017 Mm. |
| 0,047 „ | 0,018 „ |
| 0,040 „ | 0,012 „ |
| 0,033 „ | 0,017 „ |
| 0,050 „ | 0,015 „ |
| 0,053 „ | 0,013 „ |
| 0,060 „ | 0,012 „ |
| 0,030 „ | 0,015 „ |
| 0,037 „ | 0,017 „ |
| 0,040 „ | 0,013 „ |
| 0,057 „ | 0,020 „ |
| 0,070 „ | 0,013 „ |
| 0,030 „ | 0,017 „ |
| 0,053 „ | |
| 0,043 „ | |
| 0,040 „ | |
| 0,057 „ | |

[1]) Kölliker, a. a. O., Tafel VII, Fig. 26 b.

[2]) Es beziehen sich nicht etwa die neben einander stehenden Zahlen auf dasselbe Faserindividuum.

Länge der Muskelfasern.

0,030 Mm.
0,053 „
0,030 „
0,047 „
0,057 „

Demnach mass die kürzeste Muskelfaser in der Wand der Lungenbläschen beim Menschen 0,03, die längste 0,07 Mm., und das Mittel der beobachteten Faserlängen ist 0,046 Mm.

Die Länge der Kerne schwankt zwischen 0,012 und 0,020 Mm., durchschnittlich ist sie 0,015 Mm.

#### 4. Muskeln der Arterien.

Wenn meine Essigsäuremischungen irgendwo Vorzügliches leisten, so ist es zur Präparation der Gefässe für mikroskopische Untersuchung. Lässt man z. B. die Basilararterie mit ihren Aesten einige Wochen in schwacher Essigsäuremischung liegen, so hat man an den kleinen Aesten die schönste Gelegenheit ohne jede Präparation die elastische Bindehaut, die muskulösen und elastischen Elemente zu beobachten. Um die glatten Muskelfasern der mittleren Arterienhaut zu isoliren, reicht es hin, wenn man die Arterie 8 bis 14 Tage in starker Essigsäuremischung liegen lässt. Ich bin zu diesem Zweck zuerst auf die bezeichnete Essigsäuremischung gekommen, indem ich erwartete, der Alkohol würde sich als ein Gegengift gegen die Essigsäure erweisen, deren schädliche Wirkung auf die Faser verhüten, ohne ihren vortheilhaften Einfluss auf den Kern aufzuheben. Und in der That das Mittel hat alle meine Erwartungen übertroffen. Seit jener Zeit habe ich die beiden oft erwähnten Essigsäuremischungen zur Herstellung einer ganzen histologischen Sammlung benützt. Drüsen, Muskeln, Nerven, Ganglien, Häute werden durch dieselben in einen Zustand versetzt, der sie leicht zerlegbar und, wenn die Einwirkung lange genug gedauert hat, so durchsichtig macht, dass auch schwierigere Gegenstände leicht vorgewiesen werden können. Gegenstände, von denen man Durchschnitte anfertigen muss, lassen sich, wenn man sie nach Maceration in einer der Essigsäuremischungen trocknet, mit grosser Leichtigkeit schneiden. Ich lege

dann die Schnitte wieder in die Essigsäuremischung, die für den betreffenden Theil am nützlichsten ist, und hebe sie nicht auf Objectträgern unter Deckglas, sondern in kleinen, gut schliessenden Pulvergläsern auf.

Auch aus den Arterien kann man die Muskelfasern in grosser Anzahl am leichtesten isoliren, wenn man sie, frisch aus der Leiche genommen, 20 bis 30 Minuten in 30 bis 35procentiger Kalilauge macerirt. Ebenso führt dieses Verfahren zum Ziel bei Arterien, die vorher über ein Jahr in schwacher Essigsäuremischung gelegen haben.

Mit Rücksicht auf die kleinen Maasse, welche ich für die glatten Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen beim Menschen und namentlich beim Schwein gefunden habe, interessirte es mich, die Grösse der kleinsten Muskelfasern in den Arterien damit zu vergleichen. Zu dem Ende habe ich kleine Arterien aus der Pia Mater des Kalbes, die über ein Jahr in schwacher Essigsäuremischung gelegen hatten, in 32½procentiger Kalilauge eine Viertelstunde macerirt. Ich mass die Muskelfasern einer Arterie, deren Durchmesser nicht über 0,1 Mm. betrug und fand die Grösse der Muskelfasern hier durchschnittlich nur 0,017 Mm.; die kleinste unter zehn in der natürlichen Lage gemessenen mass 0,011, die grösste 0,023 Mm. *Die Muskelfasern in Arterien von $^1/_{10}$ Mm. im Durchmesser sind also kaum halb so gross wie die in der Lungenbläschenwand des Schweins vorkommenden.*

#### 5. Accommodationsmuskeln des Auges.

Die glatten Muskelfasern in dem Tensor chorioideae des Menschen, Monate lang in starker Essigsäure macerirt und dann behufs des leichteren Zerfaserns eine Stunde lang in Kali 30 % eingeweicht, massen 0,053 Mm., beim Ochsen 0,140 Mm. Das Auge des Ochsen hatte 4 Monate in schwacher Essigsäuremischung gelegen, dann das sogenannte Ciliarband eine Stunde in Kali 30 %. Also auch hier waren die Muskelfasern beim Ochsen grösser als beim Menschen (2,6 : 1), wie in der Wand der Lungenbläschen (1,4 : 1).

In der Iris eines Ochsen, welche 4 Monate in starker Essigsäuremischung gelegen hatte und dann behufs der Isolirung der Fasern 4 Stunden lang in 30procentiger Kalilauge macerirt ward, verglich ich

die Kreisfasern mit den radialen. Jene massen 0,093 bis 0,143 Mm., das Mittel aus 7 Messungen war 0,114. Die kleinste radiale Faser, die ich gemessen habe, war 0,093, die grösste 0,190 Mm. lang; Mittel aus 7 Messungen 0,123.

*Es ergiebt sich, dass auch zwischen den radialen und circulairen Muskelfasern der Iris kein wesentlicher Grössenunterschied besteht.*

Beim Menschen fand Kölliker [1]) die Kreisfasern der Iris 0,045 bis 0,067 Mm. lang; also wären auch hier die muskulösen Faserzellen des Menschen kürzer als die des Ochsen.

### 6. Gänsehautmuskeln.

Riemen der Lederhaut Monate lang in starker Essigsäuremischung eingeweicht, dann so weit getrocknet, dass sie sich leicht schneiden lassen, die Durchschnitte wiederum Wochen oder Monate lang in starker Essigsäuremischung aufgeweicht, liefern eine Auswahl von Präparaten über den Haarbalg, die Talg- und Schweissdrüsen, die nichts zu wünschen übrig lässt.

Solche Präparate, der Kopfhaut des Menschen entnommen, habe ich zu einigen Studien über die von Kölliker entdeckten Gänsehautmuskeln benutzt. Ich ziehe einstweilen diesen Namen der Bezeichnung Haarbalgmuskeln vor, weil es noch nicht sicher ausgemacht ist, ob nicht die mittlere Schicht des Haarbalgs gleichfalls muskulös ist. Ich muss nämlich die noch in der jüngsten Zeit von Kölliker [2]) vorgebrachten Zweifel über die langen, querliegenden Kerne in der mittleren Schicht des Haarbalgs auch nach einer vorläufigen Anwendung meiner Untersuchungsmethoden theilen. Die Kerne erinnern zwar sehr an die Kerne der glatten Muskeln, allein sie sind nicht so ausgezeichnet stäbchenförmig, viel häufiger etwas pfriemlich zugespitzt, oder spindelförmig, dem Epithel kleiner Arterien in der Form zu vergleichen. Was aber die Hauptsache ist, auch mir hat es bisher nicht gelingen wollen, Fasern um jene Kerne zu isoliren oder auch nur deren Grenzen in der zusammenhängenden Schicht zu erkennen.

[1]) Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., S. 626.

[2]) A. a. O. S. 138, 139.

Die Grösse jener Kerne schwankt zwischen 0,012 und 0,022 Mm., das Mittel aus zehn Messungen war 0,014 Mm.; es stimmt überein mit der mittleren Grösse der Muskelkerne in der Lungenbläschenwand des Schweins.

Die Gänsehautmuskeln entspringen in der Kopfhaut des Menschen, wo ich sie allein untersucht habe, von der Oberhaut, bald mit einem einfachen, bald mit 2, 3, auch 4 Zipfeln, und wo mehr Zipfel vorhanden sind, anastomosiren sie häufig mit einander, um schliesslich ein einziges dickeres Bündel zu bilden, in welchem nicht selten die Grenzen der ursprünglich getrennten Zipfel noch zu sehen sind. Am dicksten sind die Bündel kurz bevor sie die Talgdrüsen erreichen, welche sie bogenförmig umkreisen, und zwar so dicht der Drüsenoberfläche anliegend, dass Contraction der Gänsehautmuskeln nothwendiger Weise die Entleerung der Hautschmiere in den Haarbalg befördern muss. Unterhalb der Talgdrüsen, wo sich der Muskel an den Haarbalg ansetzt, ist er der Regel nach wieder etwas verjüngt. Von der Oberhaut gehen die Muskeln, wenn sie mit einem Zipfel entspringen, anfangs ziemlich senkrecht in die Tiefe, dann schlängeln sie sich mehr oder weniger, um sich endlich unter Winkeln von 20°, 30°, 40° dem Haarbalg anzuheften.

Schon Lister hat richtig bemerkt, dass die Gänsehautmuskeln an der Seite des Haarbalgs liegen, wo dessen Achse mit der Oberfläche der Oberhaut einen stumpfen Winkel bildet. Daraus folgt, dass die Gänsehautmuskeln durch ihre Verkürzung die Haarbälge nicht bloss über die Oberhaut erheben, sondern auch aus der zur Oberhaut schiefen Richtung in die senkrechte überführen müssen. Das: „die Haare steigen zu Berge“ hat demnach einen doppelten Sinn.

An der breitesten Stelle messen die Gänsehautmuskeln der Kopfhaut 0,04 bis 0,1 Mm., durchschnittlich 0,06 Mm. Die Länge derselben ist 1,5 bis 2 Mm.

Einzelne Fasern der Gänsehautmuskeln, durch Kali 35 % isolirt, messen 0,14 bis 0,26 Mm., im Mittel 0,18 Mm.; sie gehören demnach schon zu den grösseren unter den glatten Muskelfasern.

### 7. Uebersicht einiger Maasse von glatten Muskelfasern.

Folgende Zusammenstellung verdient deshalb vielleicht einiges Interesse, weil meine Messungen von den kleinsten bis zu den grossen

glatten Muskelfasern umfassen. Die Fasern der schwangeren Gebärmutter habe ich allerdings nicht gemessen, und diese sind meines Wissens die allergrössten. Ihnen zunächst dürften aber die Fasern der Muskelhaut des Hundedarms stehen, und die kleinsten sind ohne Zweifel die in Arterien von 0,1 Mm. Durchmesser.

Es sind in dieser Tabelle nur die Mittelwerthe verzeichnet, mit alleiniger Ausnahme der für den Tensor chorioideae angegebenen Zahlen, die nur auf je Einer Messung beruhen.

| Ort, woher die Muskelfasern genommen waren. | Länge der Fasern in Millimeter. | Länge der Kerne in Millimeter. |
|---|---|---|
| Muskelhaut des Hundedarms { Längsschicht | 0,250 | 0,024 |
| Muskelhaut des Hundedarms { Kreisfaserschicht | 0,249 | 0,024 |
| „ „ Menschendarms { Längsschicht | 0,219 | 0,020 |
| „ „ Menschendarms { Kreisfaserschicht | 0,214 | 0,020 |
| Gänsehautmuskeln der Kopfhaut des Menschen | 0,180 | — |
| Tensor chorioideae des Ochsen . . . . . | 0,140 | — |
| Radialfasern der Iris des Ochsen . . . . | 0,123 | — |
| Kreisfasern „ „ „ „ . . . . . | 0,114 | — |
| Schleimhautmuskeln des Hundedarms, Längsschicht . . . . . | 0,067 | 0,015 |
| Wand der Lungenbläschen des Ochsen . . | 0,064 | 0,016 |
| Tensor chorioideae des Menschen . . . . | 0,053 | — |
| Wand der Lungenbläschen des Menschen . | 0,046 | 0,015 |
| Darmzotten des Menschen . . . . . | 0,040 | 0,017 |
| Wand der Lungenbläschen des Schweins . | 0,036 | 0,014 |
| Arterien der Pia Mater des Kalbes von 0,1 Mm. Durchmesser . . . . . | 0,017 | — |

*Aus dieser Uebersicht erhellt, dass die Grösse der Kerne in den glatten Muskelfasern viel langsamer abnimmt als die der Fasern.* Während in der Muskelhaut des Darmes die Länge der Kerne kaum $^1/_{10}$ von der Länge der glatten Muskelfasern ausmacht, ist das Verhältniss $^2/_5$ und darüber in der Wand der Lungenbläschen des Schweins und in den Darmzotten des Menschen.

Zürich, 26. October 1859.

# XXII.

## Neue Vergleichung der Becken- und Brust-Glieder des Menschen und der Säugethiere, von der Drehung des Oberarmbeines hergeleitet.

Von Charles Martins,
Professor der Naturgeschichte an der medicinischen Facultät von Montpellier.

Mit 1 Tafel.

„Man versteht gewöhnlich unter vergleichender Anatomie sagte Condorcet in seinem Bericht über eine Denkschrift von Vicq-d'Azyr, die wir noch oft in dieser Arbeit citiren werden, die Beobachtung der Aehnlichkeit und der Unterschiede, welche zwischen den analogen Theilen der Menschen und der Thiere, oder allgemeiner, der verschiedenen Thierarten bestehen. Vicq-d'Azyr giebt hier einen Versuch einer andern Art von vergleichender Anatomie die bisher wenig gepflegt worden ist und über die man bei den Anatomen nur einige vereinzelte Beobachtungen findet; es ist dies die Untersuchung der Beziehungen in denen die verschiedenen Theile eines und desselben Individuums zu einander stehen .... So beobachtet man sagt Vicq-d'Azyr in dieser neuen Art vergleichender Anatomie wie in der gewöhnlichen vergleichenden Anatomie jene beiden Charaktere, welche die Natur allen Wesen aufgedrückt zu haben scheint, den der Beharrlichkeit im Typus und des Wechsels in den Modificationen. Sie scheint die verschiedenen

Arten und ihre entsprechenden Theile nach einem und demselben Plan gebildet zu haben, den sie in's Unendliche zu modificiren weiss“ [1]).

Diese Stelle hatte mich lebhaft frappirt, und seit dem Beginn meiner medicinischen Studien erregte die Vergleichung der verschiedenen Theile des menschlichen Skeletts meine Neugierde. Namentlich schien mir der Vergleich der oberen mit den unteren Gliedmassen an Folgerungen für die philosophische Anatomie fruchtbar sein zu müssen; er beschäftigte mich einige Zeit hindurch im Jahr 1827 in Gemeinschaft mit meinem Freund dem Dr. Ch. Coindet von Genf. Wir lasen alle davon gegebenen Erklärungen, aber keine derselben konnte uns befriedigen. Ich kam auf diesen Gegenstand 1837 wieder zurück als ich Goethe's naturwissenschaftliche Arbeiten in's Französische übertrug und in einer Note [2]) setzte ich die Schwierigkeiten der Vergleichung auseinander und sprach mich zu Gunsten der Hypothese von Bourgery und Cruveilhier [3]) aus, welche eine Kreuzung der Knochen des Beines annehmen, wornach der Kopf des Schienbeins den des Ellbogens repräsentirte, während sein Knöchelende dem Handwurzelende der Speiche entspräche. Als ich neulich die Ehre hatte den Vorsitz zu führen bei einer von Herrn Paul Gervais Prof. der Zoologie an der Facultät der Wissenschaften in Montpellier, der medic. Facultät derselben Universität überreichten These [4]), wurde meine Aufmerksamkeit abermals auf diesen Gegenstand gelenkt. Ich glaube eine befriedigendere Erklärung als die bisher gegebene gefunden zu haben und lege sie dem urtheilsfähigen Publicum vor; vorerst aber muss ich zeigen, *worin* die andern mir ungenügend erscheinen, das giebt gleichzeitig die Geschichte einer Frage, die alle Schriftsteller in menschlicher oder vergleichender Anatomie so sehr beschäftigt hat.

---

[1]) Histoire de l'académie des sciences pour l'année 1774; p. 12, 1778, und oeuvres de Vicq-d'Azyr, veröffentlicht durch Moreau (de la Sarthe), t. IV, p. 313; 1803.

[2]) Oeuvres d'histoire naturelle de Goethe p. 440.

[3]) Anatomie descriptive, 1ière édit., t. I, p. 315.

[4]) Théorie du squelette humain fondée sur la comparaison ostéologique de l'homme et des animaux vertébrés (Thèses de Montpellier, 1856, N. 64).

## I. Geschichtliches.

Ich will nicht von den Analogieen reden, welche Aristoteles und Galen zwischen den Becken- und Brust-Gliedern aufgezeigt haben; sie fallen Jedermann in die Augen. Unter den Neuern findet man da und dort etwas genauere Angaben und weniger einleuchtende Vergleichungen. So hatte z. B. Winslow die Analogie zwischen dem Olecranon und der Kniescheibe vollständig begriffen „ich sehe, sagt er [1]) die Kniescheibe als ein dem Schienbein eigenthümliches und besonderes Stück an, das ihm ebenso gut angehört wie das Olecranon dem Ellenbogen-Bein; die Kniescheibe dient zum Theil mit Beziehung auf das Schienbein zu demselben Gebrauch wie das Olecranon in Beziehung auf das Armbein. Beide Stücke sollen die Action der Streckmuskeln erleichtern, indem sie ihre Richtung vom Bewegungs-Centrum des Gelenkes entfernen."

Die alten Anatomen beschränkten sich, wie Winslow, auf theilweise und unvollständige Vergleichungen.

### Vergleichung von Vicq-d'Azyr.

Vicq-d'Azyr hat zuerst das Problem des Vergleichs der Extremitäten beim Menschen und bei den Thieren ernsthaft vorgenommen und genau erörtert [2]). Er legte das obere Glied Fig. 2.) eines Skeletts neben das untere entsprechende Glied (Fig. I.) und sah, dass die beiden Hälse, *bb'*, welche die Gelenkköpfe *aa* tragen umgekehrt gerichtet waren, daher die unglückselige Idee das untere *rechte* Glied (Fig. 1.) dem obern linken Glied (Fig. 3.) zu vergleichen. Bei dieser Vergleichung sind die beiden Hälse gleich gerichtet. Vicq-d'Azyr vergleicht sodann im Einzelnen das Schenkelbein (*f*) dem Oberarmbein (*h*) und erklärt die Structur-Verschiedenheiten des Vorderarms und des Beins durch die Anpassung für verschiedene

---

[1]) Exposition anatomique de la structure du corps humain, nouvelle édition in—12, t. I, p. 285; 1775.

[2]) Mémoire sur les rapports qui se trouvent entre les usages et la structure des quatre extrémités dans l'homme et dans les animaux. (Mémoires de l'Académie royale des sciences, année 1778, p. 254, et Oeuvres recueillies par Moreau (de la Sarthe) t. IV. p. 315; 1805.

Functionen; für ihn stellt das Schienbein (*t*) das Ellenbogen-Bein (*c*) vor, das Wadenbein (*p*) die Speiche (*r*), die Kniescheibe (*l*) das Olecranon (*o*). Sonderbar! nachdem er die Analogie der Speiche und des Schienbeins beim Menschen verkannt hat, macht er sie für die Wiederkäuer geltend, bei denen wie er (p. 263) sagt „das Ellenbogenbein der kürzere der Vorderarm-Knochen ein wahrer Styloidknochen ist, der in einer starken Apophyse endigt, das Wadenbein fügt er hinzu, gleicht genau einem Styloid-Knochen; der Vorderarm und das Bein werden durch zwei sehr beträchtliche Knochen gebildet, nämlich die Speiche und das Schienbein.“

Vicq-d'Azyr macht dann ferner darauf aufmerksam, dass alle entsprechenden Theile einander entgegengesetzt sind, wenn man die obere Extremität mit der unteren vergleicht, so ist die Hohlhand nach vorwärts gekehrt, die Fusssohle nach unten; die Kniescheibe nach vorn, das Olecranon nach hinten; die Beugung des Beines geschieht nach hinten, die des Vorderarms nach vorn. Er bemerkt ganz richtig, dass die gezwungene Pronation des Vorderarms sehr unvollständig den Parallelismus wieder herstellt und gelangt endlich zu dem Schluss, dass das Brustglied der Einen Seite dem Bauchglied der entgegengesetzten Seite entspreche — d. h. das rechte Brustglied ist das Analogon des linken Beckenglieds.

Um die Unzulässigkeit der Vicq-d'Azyr'schen Erklärung zu zeigen, machen wir von einem Skelett ein linkes oberes Glied (Fig. 3.) los und legen es neben ein rechtes unteres Glied (Fig. 1). Sehen wir nun, welche Theile übereinstimmen und welche nicht.

*Uebereinstimmende Theile.* — Die beiden Hälse *bb'*, und die beiden Gelenkköpfe *aa* des Schenkelbeins und des Oberarmbeins sind beide in gleichem Sinn gerichtet; die condyli *mm* des Schenkelbeins und die Rolle *m* des Oberarmbeins sind nach hinten gewunden; das Olecranon *(c)* und die Kniescheibe *(l)* beide nach vorn gelegen. Der Parallelismus der beiden Knochen des Beins und der des Vorderarms ist beibehalten.

*Nicht übereinstimmende Theile.* — Das Schienbein *(t)* entspricht nach Vicq-d'Azyr dem Ellenbogenbein *(c)* und das Wadenbein *(p)* der Speiche *(r)*; daraus folgt, dass der kleine Finger der Hand *i'* innen

und der Daumen $d'$ aussen sich befindet. Nun ist für Jedermann einleuchtend, dass der Daumen $d'$ das Analogon der grossen Zehe $d$ ist, die kleine Zehe $i$ das des kleinen Fingers $i'$. Die analogen Finger und Zehen sollten gleich gestellt sein; sie sind es nicht in der sonderbaren Hypothese Vicq-d'Azyr's; welche einen Theil der Schwierigkeiten löst, die andern bestehen lässt, und Niemand hat vollständig die Erklärung dieses berühmten Anatomen angenommen. Sein Verdienst ist darum nicht vermindert; er hat zuerst das Problem angefasst und mit sicherer Hand die Methode und die Untersuchungen angedeutet die zu einer Lösung führen mussten.

Soemmerring verwendet einen kleinen Paragraphen seiner grossen Anatomie [1]) darauf, aphoristisch die Analogien und die Unterschiede der unteren und oberen Glieder im Allgemeinen zu zeigen, sodann, diejenigen des Schenkelbeins und des Oberarm-Beins, des Schienbeins und des Wadenbeins, des Ellenbogenbeins und der Speiche, der Kniescheibe und des Olecranons; aber er giebt nichts Genaueres an, lässt sich in keine Erörterung der Schwierigkeiten ein und beschränkt sich darauf, materielle, in die Augen springende und unbestrittene Aehnlichkeiten herauszuheben.

Goethe in seinen wundervollen Studien über philosophische Anatomie hat die vorderen Glieder den hintern Gliedern nicht geradezu verglichen; doch zeigen einige Stellen, dass er ihre Analogie erkannte. Für ihn ist die Speiche der Repräsentant des Schienbeins, des Hauptknochens des Beines; Wadenbein und Ellenbogenbein sind nur accessorische Knochen [2]). Diese Ideen, wurden von ihm schon im Jahre 1795 niedergeschrieben, aber erst 1817 und 1820 veröffentlicht.

Meckel [3]) vergleicht das Olecranon der Kniescheibe, das Ellenbogenbein dem Schienbein, die Speiche dem Wadenbein und macht darauf aufmerksam, dass die Pronation der Normalzustand des vorderen Gliedes bei den Thieren ist, ohne zu sagen ob er das Beckenglied des Menschen als ein Brustglied in Pronation ansieht.

---

[1]) De corporis humani fabrica, t. I, p. 430; 1794.

[2]) Siehe meine Uebersetzung der naturhistorischen Werke von Goethe p. 58 und 117; 1857.

[3]) Handbuch der menschlichen Anatomie; 1816, übersetzt von Jourdan, unter dem Titel: manuel d'anatomie, p. 774; 1825.

Zwei Jahre später kommt de Blainville [1]) und beschränkt sich darauf in einer sehr kurzen Parallele nachzuweisen, dass die Speiche das Analogon des Schienbeins ist und die Kniescheibe so zu sagen das Olecranon vorstellt.

1824 erkennt ein englischer Anatom, Dr. Barclay [2]), gleichfalls, dass das Schienbein das Analogon der Speiche ist, das Ellenbogenbein das des Wadenbeins, eines gleichsam veränderlichen Knochens bald gross, bald klein; zuweilen bildet das Wadenbein einen Theil des Kniegelenkes, während das Ellenbogenbein nicht an dem Ellenbogengelenk Theil nimmt, oder auch articulirt, wie im Menschen, das Wadenbein nicht mit dem Schenkelbein, während das Ellenbogenbein mit dem Oberarmbein articulirt.

1829 machte sich Gerdy an diese Frage, aber ohne sich um seine Vorgänger darin zu bekümmern, denn er erwähnt weder die Abhandlung Vicq-d'Azyr's, noch die Andeutungen von Meckel, Blainville, Barclay etc. — Gerdy [3]) stellt als Grundsatz auf, dass man bei der Vergleichung der Theile eines Thieres immer von der Mitte oder der Achse des Körpers ausgehen müsse, gerade als wenn man die Identität der beiden symmetrischen Hälften eines Gebäudes nachweisen wollte. Nach dieser Regel stellt er eine Parallele des Oberarmbeins und des Schenkelbeins auf, indem er die zur Achse des Körpers, zum Kopf oder zum Schwanz des Thieres gleich gelegenen Flächen vergleicht. Bei der zweiten Gliederabtheilung findet er die Speiche in dem Schienbein wieder, gesteht aber, dass der Kopf des Schienbeins keineswegs dem der Speiche gleicht. Er erklärt diesen Unterschied durch den Unterschied der Functionen. Für Gerdy entspricht das Wadenbein dem Ellenbogenbein; er findet dass in den Thieren dieser Knochen der Hauptknochen des Ellenbogengelenkes ist und erklärt es ebenfalls aus dem

---

[1]) Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle de Déterville, article Mammifères (Organisation), t. XIX, p. 91; 1818. Siehe auch dessen Ostéographie, Primates. t. I, p. 26; 1841.

[2]) The bones of the human body represented in a Series of Engravings, Erklärung der Tafel 24, in 4. 1824.

[3]) Note sur la parallèle des os. (Bulletin universel de Férussac, sciences médicales, t. XVI, p. 369; 1829).

Unterschied der functionellen Anpassungen, warum der Kopf des Ellenbogenbeins in Nichts an den des Wadenbeins erinnert, welches, sagt er, bei der Mehrzahl der Säugethiere nicht einmal mit dem Schenkelbein articulirt.

Auch Gerdy sieht in der Kniescheibe das Analogon des Olecranons, betrachtet aber seine Verbindung mit dem Schienbein als eine *Anomalie*. Bei seinem Vergleich „nimmt er (Seite 375) den Vorderarm in seiner Lage, nämlich in der Pronation an, in der er sich befindet, wenn wir auf den Händen gehen, in der er sich bei allen Thieren befindet." Aber diese theilweisen Vergleiche werden durch keine allgemeine Zusammenfassung vervollständigt, in welcher der Verfasser klar nachwiese, wie er die Lage des dem Bauchgliede assimilirten Brustgliedes versteht. Kurz er löst keine der Schwierigkeiten, welche die Anatomen aufgehalten haben.

Neun Jahre später kommt Frédéric Blandin [1]) noch einmal auf die Erklärung Vicq-d'Azyr's zurück und sucht sie durch neue Beweise zu rechtfertigen; er bemüht sich zu beweisen, dass das Schienbein das Ellenbogenbein repräsentirt: 1) weil sein Kopf mit dem Schenkelbein articulirt wie der Ellenbogenbeinkopf mit dem Oberarmbein; 2) weil das Ellenbogenbein nach unten dem dreiseitigen Bein correspondirt, welches nach ihm das Analogon des Sprungbeins ist; 3) weil sich der *triceps cruralis* (dreiköpfige Schenkelmuskel) an die Kniescheibe anheftet wie der dreiköpfige Armmuskel an das Ellenbogenbein; der gemeinschaftliche Fingerbeuger an denselben Knochen, wie der gemeinschaftliche Zehenbeuger an das Schienbein. Nachdem er bewiesen, dass das Ellenbogenbein das Analogon des Schienbeins ist, findet es Blandin unnöthig darzuthun, dass der Speiche das Wadenbein repräsentirt; doch bemerkt er; dass der zweiköpfige Armmuskel sich an die Speiche anheftet, wie der zweiköpfige Schenkelmuskel an das Wadenbein, der lange Beuger des Daumens an die Speiche, wie der lange Beuger der grossen Zehe an das Wadenbein. Wie Gerdy erklärt er die Verschiedenheiten der beiden Glieder aus verschiedenen functionellen Anpassungen.

---

[1]) Nouveaux éléments d'anatomie descriptive, t. I, p. 202;

### Vergleichung von Bourgery und von Cruveilhier.

Bourgery, welcher der menschlichen Anatomie in Frankreich ein wahres Denkmal errichtet hat, war es vorbehalten, die Frage um einen Schritt weiter zu bringen. Er unternimmt in seinem Werke [1]) eine genaue Vergleichung der Gliedmassen, und stützt sich dabei vorzugsweise auf deren Functionen. Sehr scharfsinnig bemerkt er, dass die hintere Fläche des Oberarmbeins der vorderen Fläche des Schenkelbeins entspricht; aber wie Vicq-d'Azyr vergleicht er (S. 133) das obere Armbein der einen Seite dem Schenkelbein der andern. Er hat zuerst erkannt, dass die Charaktere des Ellenbogenbeins in der Schenkelarticulation des Schienbeins und der Fusswurzel-Articulation des Wadenbeins vorherrschen, während das obere Ende des Wadenbeins an den Kopf der Speiche erinnert. Andrerseits bestätigt er mit allen andern Schriftstellern die schlagende Aehnlichkeit, welche zwischen dem Handwurzelende der Speiche und dem Fusswurzelende des Schienbeins besteht. Spricht er sich gleich nicht ganz unumwunden aus, so geht es doch aus seiner Ausdrucksweise (pag. 135) bei seiner Vergleichung der Hand mit dem Fusse, klar hervor, dass er sich den Vorderarm in der Pronation denkt, wenn er ihn mit dem Beine vergleicht. Bourgery hat die verschiedenen Elemente des Problems nicht gehörig zusammengeordnet, seine Vergleichungen sind voller Widersprüche, aber er hat zuerst die Ellenbogenbein-Charaktere des Schenkelbein-Kopfes des Schienbeins und die Speichen-Charaktere seines Fusswurzelendes klar hervorgehoben. Er hat auch gezeigt, dass, wenn das obere Ende des Wadenbeins wenig Analogie hat mit der cupula der Speiche, der äussere Knöchel des Beines im Gegentheil genau dem processus styloideus des Ellenbogenbeins entspricht.

Ich sagte, der Vergleich Bourgery's sei nicht recht zusammengeordnet und in der That vergleicht er zuerst das Oberarmbein Einer Seite dem Schenkelbein der Andern, damit die Achsen der beiden Hälse in gleicher Richtung sich befinden; dann aber vergisst er seinen Ausgangspunkt, nimmt den Vorderarm in Pronation an, wodurch sich

---

[1]) Traité complet de l'anatomie de l'homme, t. I, p. 133; 1832.

die Handfläche nach oben drehen würde, während die Fusssohle sich auf den Boden stützt; überdies kreuzen sich in dieser Lage die Speiche und das Ellenbogenbein; Schienbein und Wadenbein aber sind einander parallel. Endlich widerspricht es allen Verwachsungsgesetzen in der Anatomie sich einen langen Knochen durch die Verschmelzung der beiden Hälften zweier verschiedener Knochen Ende gegen Ende vorzustellen.

In seiner *beschreibenden Anatomie* [1]) vergleicht Cruveilhier sehr sorgfältig das Schenkelbein mit dem Oberarmbein, geht dann zur Untersuchung des Vorderarms über und schliesst folgendermaassen:

1) Kein Knochen des Beins repräsentirt für sich allein einen Knochen des Vorderarms.
2) In jedem der Knochen des Beines findet man Charaktere, wovon die einen dem Ellenbogenbein, die andern der Speiche angehören.
3) Da die natürliche Lage des Vorderarms die Pronation ist, und das Bein sich in beständiger Pronation befindet, so soll man den Vorderarm nicht in der Supination dem Beine vergleichen, das in der entgegengesetzten Lage ist.

Das ist, wie man sieht die Hypothese Bourgery's von einem scharfen und positiven Kopf formulirt. So schreiben denn auch die meisten Schriftsteller diese Erklärung Herrn Cruveilhier zu, und bezeichnen sie mit dem Namen, der *Kreuzungshypothese;* aber die wissenschaftliche Billigkeit nöthigt mich zu sagen, dass sie zuerst im Jahre 1832 von Bourgery aufgestellt worden ist.

Trotz der Autorität von Buffon, Vicq-d'Azyr, Condorcet und Goethe, wollte der grosse geniale Cuvier etwas befangen durch die Lehre von den Endursachen kaum die Rechtmässigkeit solcher Vergleichungen wie die vorliegende zulassen. Ihm fielen die Verschiedenheiten weit mehr auf als die Aehnlichkeiten, welche letztern, wie er sagt [2]) „ebenfalls nicht durch das Gesetz der Wiederholung, sondern durch das grosse und allgemeine Gesetz der physiologischen Uebereinstimmungen, der Uebereinstimmungen der Mittel mit dem

---

[1]) Deuxième édition t. I, p. 339; 1843.

[2]) Leçons d'anatomie comparée, 2ième édition, t. I, p. 313; 1835.

Zweck bedingt sind.“ So kam er durch seinen Antagonismus gegen E. Geoffroy Saint-Hilaire zu einer systematischen Verwerfung eines Zweigs der Anatomie, welchen sein Gegner nach dem Vorgange von Oken dem später Carus und Dugès folgten, in einer Weise gefördert hatte, welche nicht mehr erlaubte sein Dasein zu läugnen.

Der letzte Schriftsteller welcher in diesem System das obere Glied dem unteren Gliede des Menschen verglichen hat, ist Dr. Auzias Turenne [1]). Er stellt mit Recht als Grundsatz auf, dass diese Art von Vergleichung auf den organischen Analogieen und nicht auf den functionellen Anpassungen beruhen müsse; dann bringt er unter einer andern Form die Erklärungen von Vicq-d'Azyr und Bourgery wieder vor. Er legt ein *linkes* Brustglied (Fig. 3.) neben ein *rechtes* Bauchglied (Fig. 1). Auf diese Weise sind die Gelenkköpfe des Oberarmbeins und des Schenkelbeins nach derselben Seite gerichtet, die hintere oder tricipitale Fläche des Oberarmbeins sieht nach vorn wie die vordere oder tricipitale Fläche des Schenkelbeins. Das Olecranon *o* befindet sich gleichfalls vorn wie die Kniescheibe *l*, sodann substituirt der Verfasser das untere Dritttheil und die Hand des *rechten* Vorderarms (Fig. 2.) dem *unteren* Dritttheil des *linken* oberen Gliedes welches er vorher betrachtete. In Folge dieser Substitution schliesst sich nun die Handwurzelhälfte des rechten Ellenbogenbeins an die Oberarmbeinhälfte der linken Speiche und entspricht dem unteren Dritttheil des Wadenbeins; der untere Theil der rechten Speiche schliesst sich gleichfalls an den obern Theil des linken Ellenbogenbeins und wird so das Analogon des unteren Dritttheils des Schienbeins. Die Vertretung der linken Hand durch die rechte hat gleichfalls zur Folge den Daumen wie die grosse Zehe nach innen zu bringen, den kleinen Finger nach aussen wie die kleine Zehe. Das ist wie man sieht die Hypothese Vicq-d'Azyr's mit der Kreuzungshypothese verbunden, unter einer andern Form wiederholt, bei der man aber nichtsdestoweniger auf die schon bezeichneten Schwierigkeiten stösst.

---

1) Sur les analogies des membres supérieurs avec les inférieurs. Comptes rendus de l'académie des sciences de Paris, t. XXIII, p. 1148; 28. Decbr. 1846.

Wir nahen einer neuen Wendung der Frage. Weder die Erklärung Vicq-d'Azyr's noch die Kreuzungshypothese können sich den einstimmigen Beifall der Gelehrten erobern. Beide lassen in ihrem Geist Zweifel zurück, welche der Fortschritt der Wissenschaft eher vermehrt als vermindert.

### Vergleichung von Flourens.

Im Jahre 1838 stellte dieser berühmte Physiologe folgende Parallele auf[1]: das obere Glied einer Seite (Fig. 4.), wird dem untern Glied derselben Seite (Fig. 1.) verglichen, und der Vorderarm ist in *Pronation*. Sehen wir uns diese Hypothese genauer an, so finden wir bei ihr folgende Uebereinstimmungen und Nichtübereinstimmungen:

*Uebereinstimmungen.* — Der Hals des Oberarmbeins *b'* und der des Schenkelbeins *b* sind beide gegen die Wirbelsäule hingerichtet; die Hand ist gestellt wie der Fuss, nämlich: die grosse Zehe *d* und der Daumen *d* nach innen, der kleine Finger *i'* und die kleine Zehe *i* beide nach aussen.

*Nichtübereinstimmungen.* — Die Rolle *m'* des Oberarmbeins (Fig. 4.) ist nach vorn gedreht, die condyli *mm* des Schenkelbeins (Fig. 1.) nach hinten; das Olecranon bleibt gleichfalls hinten, während die Kniescheibe *l* vorn ist. Der Vorderarm biegt sich also auch nach vorn und das Bein nach hinten. Die beiden Knochen des Vorderarms *c* und *r* sind *gekreuzt*, so, dass das obere oder Oberarmbeinende der Speiche *r* aussen und sein unteres oder Handwurzelende innen sich befindet. Die Zoologen, welche die Erklärung annehmen, vergleichen unwillkührlich nicht das Brustglied des Menschen mit seinem Beckenglied, sondern das Brustglied des Menschen mit dem Brustglied der Vierfüsser, wo in der That der Vorderarm, in fester und beständiger Pronation ist; auch führt uns die Logik der Thatsache dahin, diese Parallele zu verwerfen, trotz der Autorität des Namens dessen der sie vorgeschlagen hat.

---

[1]) Nouvelles observations sur la paralléle des extrémités dans l'homme et les quadrupèdes. (Annales des sciences naturelles, t. X. p. 35, 1838; et Mémoires d'anatomie et de physiologie comparées, p. 94; 1844).

In einem über die Natur der Glieder von dem Professor R. Owen [1]) gehaltenen Vortrag beschäftigt sich dieser gelehrte Zoologe mit den Verwandtschaften ihrer Knochen, mit denen des Skeletts im Allgemeinen und der Rippen im Besondern. Er hält sich nicht bei der Vergleichung der vordern mit den hinteren Extremitäten weiter auf und beschränkt sich auf eine historische Darlegung der Frage.

Jedoch beweist er dass in einigen Beutelthieren das Wadenbein mit der Kniescheibe oben darauf das *ganze* Ellenbogenbein repräsentirt, aber er schliesst daraus nicht auf die Verwachsung der oberen Theile der Speiche und des Ellenbogenbeins um den Schienbein-Kopf der monodelphen Säuger zu bilden; wir werden weiterhin versuchen die Wirklichkeit dieser Verschmelzung darzuthun.

Eine kurze Notiz [2]) des Herrn Ph. Rigaud, Prof. an der medicinischen Facultät zu Strassburg, sucht festzustellen, dass man bei dieser Art von Vergleichung, von der Peripherie nach dem Centrum vorzuschreiten und der Reihenfolge organo-genetischer Entwicklung folgen müsse, weil die analogen Theile die zuerst gebildet werden und im Verlauf der Zeit weniger Entwicklungen erfahren, die einfachsten und folglich die am vollkommensten identischen sind.

Die Professoren Joly u. Lavocat [3]) schliessen sich der Pronationstheorie an, wie sie von Gerdy und Flourens aufgestellt wurde.

Endlich vergleicht ein Thierarzt Dr. Chauveau in einer kürzlich erschienenen Abhandlung [4]), wie Vicq-d'Azyr, das linke obere Glied dem rechten unteren.

Um sie zusammenzufassen, so beschränken sich die Parallelen die man zwischen den obern und untern Extremitäten des Menschen gezogen hat, auf folgende drei:

1) Die Hypothese Vicq-d'Azyr's, welcher das obere Glied einer

---

[1]) On the nature of Limbs, a discourse delivered at an Evening Meeting of the Royal Institution of Great Britain; 1849.

[2]) Sur l'homologie des membres supérieurs et inférieurs de l'homme. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, t. XXIX, p. 630; 26. November 1849.

[3]) Études d'anatomie philosophique sur le pied et la main de l'homme. (Mémoires de l'Academie de Toulouse; 1853).

[4]) Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques, p. 103; 1857.

Seite, dem untern Glied der entgegengesetzten Seite vergleicht. (Fig. 1. und 3.).

2) Die ausführliche Parallele Bourgery's, welche die Hypothese von Vicq-d'Azyr mit einer Kreuzung verbindet, kraft welcher der Schienbeinkopf das Ellenbogenbein, seine untere Hälfte die Speiche repräsentiren würde, während das Schenkelbeinende des Wadenbeins der Speiche, sein Fusswurzelende dem Ellenbogenbein entspräche.

3) Die Erklärung von Flourens, wo das Beckenglied dem entsprechenden Brustglied gleichgestellt wird; der Vorderarm in Pronation (Fig. 1 und 4).

Wir haben gesehn, wie sich gegen jede dieser Vergleichungen sehr wichtige Einwürfe erheben lassen, und wie bis in die letzte Zeit die Anatomen zwischen ihnen geschwankt haben, ohne über den wesentlichsten Punkt einig werden zu können, nämlich die Identification der beiden Knochen des Beines mit den beiden Knochen des Vorderarmes.

## II. Vergleichung des Verfassers.

### I. Vergleichung des Schenkelbeins mit dem Oberarmbein.

#### Die Drehung des Oberarmbeins.

Das Oberarmbein des Menschen ist ein um hundertachtzig Grade um seine Achse gedrehter Knochen. Das Schenkelbein ist ein grader Knochen ohne Drehung. Da das Oberarmbein ein gedrehtes Schenkelbein ist, so muss man vor Allem das Oberarmbein aus der Drehung bringen; die Folge davon wird sein, dass die Nebenrolle *e* (Fig. 5) nach aussen, und der Nebenknopf *f* nach innen zu stehen kommt. Alsdann bietet die Vergleichung der Becken- und Brust-Extremitäten keine Schwierigkeiten mehr; in der That bleibt der Hals des Oberarmbeins *b'* unbeweglich und wie der des Schenkelbeins nach innen gerichtet. Die Körper der beiden Knochen haben ihre Gräten ihrer Achse parallel; der convexe tricipitale Theil des Armknochens befindet sich vorn, gleichwie der vordere convexe oder tricipitale Theil des Schenkelknochens. Die beiden Knochen sind also einander ähnlich; ihre

Gelenkköpfe winden sich nach hinten; der innere Rand zum äussern geworden und mehr hervorspringend als der andere, entspricht dem Wadenbeinkopf des Schenkelbeines der gleichfalls mehr hervorspringt; das Olecranon *o* ist vorn wie die Kniescheibe *l*; zudem ist sie an dem vordern und äussern Theil des Schienbeinkopfes angeheftet, der, wie ich weiter unten beweisen werde, die verschmolzenen Köpfe des Ellenbogenbeins und der Speiche vorstellt.

Für das Bein und den Vorderarm scheinen mir die Schwierigkeiten gleichmässig gelöst; das Glied befindet sich in Supination und die Aufhebung der Drehung des Oberarmbeins hat den Vorderarm eine Rotationsbewegung von einem halben Umkreis machen lassen, was zur Folge gehabt hat, die Ebene des Beines die der Beugung correspondirt nach vorn, die der Streckung correspondirende nach hinten zu bringen; folglich wird sich die Speiche *r* (Fig. 5), das Analogon des Schienbeins *t* (Fig. 1), innen befinden; das Ellenbogenbein *c* das Analogon des Wadenbeins *c*, aussen. Der Daumen *d'* und die grosse Zehe *d*, werden alle Beide innen, der kleine Finger und die kleine Zehe aussen sein [1].

---

1) Ich möchte die Anatomen bitten diese Parallele mit einem Skelett vor Augen durchzulesen. Man vergleicht die Glieder derselben Seite und die hintere Fläche des Brustgliedes der vorderen Fläche des Beckengliedes. Man braucht sich nur zu erinnern, dass in der so ohne Aufhebung der Drehung des Oberarmbeins angestellten Parallele der Kopf dieses Knochens nach der entgegengesetzten Seite wie der des Schenkelbeins sieht. Will man die Drehung nur in ganz grober Weise aufheben, so durchsägt man das Oberarmbein in seinem oberen Dritttheil, befestigt in dem Markkanal des untern Stücks ein cylindrisches Holz, welches man bis in den Markkanal des obern Stücks eintreibt; dann lässt man das untere Stück eine Rotationsbewegung von 180 Graden ausführen, welche die Nebenrolle nach aussen, den Nebenknopf nach innen wendet; die Analogie des Brustglieds und des Bauchglieds ist alsdann vollständig.

Man kann aber auch die Aufhebung der Drehung viel vollkommener ausführen. Zu diesem Zweck taucht man ein Oberarmbein senkrecht in ein cylindrisches Gefäss, welches man mit Wasser anfüllt das etwa $^1/_6$ Chlorwasserstoffsäure enthält. Die Flüssigkeit muss bis an den Knochenhals gehen, der Kopf selbst darf nicht in die Mischung tauchen. Um eine zu energische Wirkung der Säure auf die Rolle zu verhüten, überzieht man sie mit Wachs, geschmolzenem Kautschuk oder einer Lösung von Gutta-Percha in Benzin; je nach dem Alter des Knochens und dem Grade der Säurung lässt man ihn 6—10 Tage in der Flüssigkeit liegen; er wird dann hinlänglich von seinem phosphorsauren Kalk befreit sein, damit man ihn umdrehen kann. Dies

Ich habe nun die Wahrheit meiner Behauptung und die Rechtmässigkeit der daraus gezogenen Folgerungen zu beweisen.

**Evidenz des Drehung des Oberarmbeins.**

Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur an einem menschlichen oder irgend einem Säuger-Oberarmbein die rauhe Linie zu verfolgen, die von dem Nebenknopf *c* (Fig. 10) ausgeht, sich schief gegen die hintere Fläche wendet, um sie herum der Drehungsrinne des Speichennerven nachgeht, sich in die Anheftungsfläche des innern Theils des Triceps fortsetzt und bei *b* an dem hervorstehendsten Theil des Halses unterhalb des Oberarmbeinkopfes endigt in einem an dem andern Ende des transversalen Knochendiameters gelegenen Punkte. Die Drehung beträgt also 180 Grad oder $^1/_2$ Kreis. Diese Drehung ist von den meisten Menschenzergliederern beobachtet worden [1]).

---

geschieht, indem man den Oberarmbeinkopf mit der linken Hand hält und dann die Nebenrolle zuerst nach unten dann nach aussen bringt, bis dass der Nebenknopf gerade über dem Knochenhals sich befindet. Der Knochen ist alsdann aus seiner Drehung gebracht. (Siehe das Oberarmbein *h*, Fig. 5). Doch würde man sich täuschen, wenn man erwartete, alle Ränder, die Flächen und die Muskelanheftungen parallele, gerade Linien bilden zu sehen, denn die Drehung des Oberarmbeins ist nicht das Resultat einer mechanischen Einwirkung auf einen ursprünglich graden Knochen, mit der Achse parallelen Linien, wie das Schenkelbein, und es kann also davon nicht die Rede sein. Der Körper des Oberarmbeins ist von *Anfang an* gedreht; indem wir ihn entdrehen, stellen wir nur seine äussere Aehnlichkeit mit dem Schenkelbein, dessen Brust-Repräsentant er ist, wieder her. Diese Thatsache beweist sogar, dass das Becken-Glied das typische Glied ist; das Brustglied nur eine Wiederholung, bei welcher die Drehung des Oberarmbeins die Hauptrolle spielt, denn sie verändert die Richtung der Beugung die von einer hinteren, wie sie es im Bauchglied war, zu einer vorderen wird.

[1]) Bertin traité d'ostéologie, t. II, p. 283; 1754. — Lecat, Cours abrégé d'ostéologie, p. 135; 1768. — Winslov, Exposition anatomique de la structure du corps humain, t. I, p. 207; 1775. — Sabatier, Traité d'anatomie (1774), 2ième édit, t. I, p. 175; 1791. — Soemmerring, de corporis humani fabrica, t. I, p. 319; 1794. — Bichat, Anatomie descriptive (1801), nouvelle édition, t. I, p. 287; 1823. — Boyer, traité d'anatomie, 2ième édit., t. I, p. 303; 1803. — Barclay, the anatomy of the bones of the human body represented in a Series of Engravings, 1824, explanation of Plate 19, letter D. — Meckel, Manuel d'Anatomie (1816), übersetzt von Jourdan und Breschet, t. I, p. 708; 1825. — J. Cloquet, Manuel d'anatomie descriptive, texte, p. 78; 1825. — H. Cloquet, traité d'anatomie descriptive, t. I, p. 199; 1828. — Lauth, Nouveau manuel de l'anatomiste, p. 54; 1829. — Blandin, Nouveau éléments d'anatomie descriptive, t. I, p. 153; 1838. — O. Ward,

Sabatier und Boyer sind am Ausführlichsten in dieser Beziehung. „Am Körper des Oberarmbeins", sagt der Erstere, „ist weiter Nichts bemerklich als eine schiefe Eindrückung, die von innen nach aussen heruntergeht und die mir wie die Folge einer Drehung vorkommt, welche es erlitten hätte, wenn Jemand, während es noch weich gewesen, versucht hätte, seinen Kopf nach innen und sein unteres Ende nach aussen zu bringen." Boyer drückt sich ebenso aus. Dagegen ist sie den Zootomen gar nicht aufgefallen, obschon sie bei vielen Thieren noch deutlicher ist als beim Menschen; denn weder Meckel noch Cuvier, noch Carus, noch Blainville, noch Owen erwähnen sie, sei es in ihren allgemeinen Betrachtungen über das Oberarmbein, sei es in der Beschreibung des Armknochens bei den verschiedenen Wirbelthierklassen. Die Menschenzergliederer, welche die Thatsache bestätigt haben [1]), haben nicht die gehörigen Folgerungen daraus gezogen. Man braucht sich nicht zu wundern, dass sie von einem Botaniker bemerkt wurde. Die Drehung ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei den Pflanzenstengeln; man muss fortwährend darauf Rücksicht nehmen, weil sie die symmetrische Lage der Anhangsorgane, wie Knospen, Blätter, Blumen u. s. w., stört.

Wenn nun aber die Drehung des Oberarmbeins eine unbestreitbare Thatsache ist, so leuchtet ein, dass man diesen Knochen logischer Weise *nicht* mit dem Schenkelbein vergleichen konnte, dessen Umwiederholung er ist, ohne ihn zurückzudrehen und daraus einen gro-

---

Outlines of human Osteology, p. 292; 1838. — Estor, Cours d'anatomie médicale t. I, p. 648; 1840. — Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive, 2ième édit. t. I, p. 245; 1843. — Holmes Coote, The homologies of the human skeleton, p. 1849. — Jamain, Nouveau traité élémentaire d'anatomie descriptive p. 70; 1851. Sappey, traité d'anatomie descriptive, t. I, p. 79; 1853. — Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, t. I, p. 219; 1855.

[1]) Herr Lavocat allein läugnet förmlich die Drehung des Oberarmbeins, da ihm ist sie nur scheinbar und Nichts spricht für sie als die entgegengesetzte Lage der Kniescheibe und des Olecranons, welche er durch das Gesetz der Zweckmässigkeit erklärt. Ich werde mich nicht dabei aufhalten den gelehrten Toulouser Zootom zu widerlegen, da diese ganze Arbeit zum Zwecke hat, die Wirklichkeit und die Folgen der Oberarmbeindrehung zu zeigen. (Siehe die: Considérations d'anatomie philosophique dieses Schriftstellers sur la torsion de l'humerus (Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. XXXIX, p. 29; 3 Juillet 1854)!

Knochen wie den des Schenkels zu machen; denn eben die Drehung ändert den Sinn der Beugung, weil der Vorderarm sich nach vorn biegt, das Bein aber nach hinten.

Holmes Coote [1]) ist, so viel ich weiss, der einzige Anatom, der diese Folge der Drehung eingesehen hat. „The os humeri", sagt er, „when viewed in its totality, appears twisted upon itself; the flat distal extremity being curved forwards, whilst the inwardly directed head maintains its normal connection with the shaft. The hand therefore is supine instead of prone, as is the case with the foot; the *pronator radii teres* muscle is said to arise from the inner and not from the outer condyle, as does its homotype in the leg, the *popliteus*, etc." Herr Maclise, in seinem Artikel Skeleton [2]), hat die ganze Wichtigkeit der Holmes Coote'schen Ansicht für die Vergleichung der Becken- und Brustglieder herausgehoben. Die Arbeiten der beiden englischen Anatomen waren mir unbekannt als ich die meinige redigirte, und ich freue mich unserer Uebereinstimmung. Aber alle Beide sind bei dieser Fundamentalbemerkung stehen geblieben; sie haben nicht daran gedacht, den Drehungswinkel des Oberarmbeins bei den verschiedenen Wirbelthierklassen zu messen, die Verschiedenheiten zu schätzen, die daraus für die Bewegungsweise der menschenähnlichen Thiere, der Vierfüsser, der Fledermäuse, der Vögel und der Reptilien folgen, seine *Virtualität* festzustellen, und ebensowenig daran, alle Folgerungen zu ziehen, welche daraus für das Muskel-, Circulations- und Nervensystem der untereinander verglichenen Glieder, hervorgehen.

Die Drehung ist keine dem menschlichen Oberarmbein eigenthümliche Anordnung; sie findet sich allgemein bei den ersten Abtheilungen der Wirbelthiere, den lebenden oder fossilen Säugethieren, Vögeln und Reptilien, beträgt 180 Grad beim Menschen und den Land- oder Wassersäugethieren, 90 Grad bei den Fledermäusen, den Vögeln und den Reptilien.

*Die Drehung des Oberarmbeins beim Menschen und den Land-*

---

[1]) The homologies of the human Skeleton, p. 87; 1849.

[2]) Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, t. IV, 665—682.

*oder Wassersäugethieren* [1]). — Sie beträgt immer 180 Grad; aber die Verhältnisse der Achsen des Halses und der Rolle sind nicht dieselben in der ganzen Reihe. Es giebt zwei Modificationen: Beim Menschen und den menschenähnlichen Affen, dem Orang-Utang, dem Chimpansé, dem Troglodytes-Tschego, den Gorillas und den Gibbons sind die Achsen des Schenkel- und Oberarmbein-Halses (Fig. 10*ax*) parallel und beide gegen die Wirbelsäule gerichtet, nämlich von aussen nach innen und von unten nach oben. Beide, sowie auch die Achsen der beiden Knochenkörper, liegen in derselben im Wesentlichen verticalen und auf der Vertebro-sternal-Ebene senkrechten Ebene. Diese Achsenrichtung ist die mechanische Bedingung der Herumführungsbewegungen des Armes und des Schenkels, welche um diese ideale Achse einen Kegel beschreiben.

Bei dieser Thiergruppe und beim Menschen ist die Achse der Oberarmbeinrolle *by* ebenfalls parallel der Ebene, welche die Achse des Halses und die des Knochenkörpers enthält; auch kann man, wenn das Thier aufrecht auf seinen Füssen steht, geradezu physisch sagen, dass die Achsen des Oberarmbeinhalses, seines Knochenkörpers, seiner Rolle, sowie diejenigen des Schenkelhalses, des Körpers dieses Knochens und seiner condyli merklich in einer und derselben verticalen Ebene liegen, die auf der Ebene der zweiseitigen Symmetrie senkrecht steht.

Bei den Landvierfüssern wie bei den Amphibien ist die Achse des Schenkelhalses wie beim Menschen gerichtet, und die Ebene, welche die Achse des Schenkelknochens und die des Schenkelhalses enthält, ist ebenfalls senkrecht zu der Ebene der zweiseitigen Symmetrie. Aber nicht ebenso verhält es sich beim vorderen Gliede: Die Achse des

---

[1]) Diese Drehung ist wenig sichtbar an den langen und dünnen Knochen der wesentlich kletternden Vierhänder, aber sehr deutlich beim Orang-Utang, dem Chimpansé, dem Troglodytes-Tschego, dem Gorilla, den Papions, den Pavianen, den Bären, den Hunden, den Katzen, den Fischottern, den Igeln, den Eichhörnchen, den Murmelthieren, den Bibern, dem Kameel, dem Ochsen, dem Pferd, dem Elephanten, den Sariguen und den Känguruhs: vollkommen sichtbar an den Oberarmbeinen der Seehunde, der Seekühe, der Lamantine und der Dugonge; sie ist es nicht mehr an den glatten Knochen der Narwale, der Wallfische, des Hyperodons und der Delphine. Da bei diesen letzten Thieren das Oberarmbein hinter der Speiche eingelenkt ist, so liegen die beiden Knochen in einer der Vertebro-sternal-Ebene parallelen Ebene.

Oberarmbeinhalses ist von vorn nach hinten und von unten nach oben gerichtet [1]); diese Achse und die Achse des Oberarmbeinkörpers liegen in derselben mit der Vertebro-sternal-Ebene parallelen Ebene. Daraus folgt, dass die Ebene, welche die Achse des Knochens und die des Halses *ax* (Fig. 6 und 7) enthält, senkrecht ist zu der Achse der Rolle, welche dargestellt würde durch eine zur Ebene des Papiers normale und durch den Punkt *t* (Fig. 6 und 7) gehende Linie, während beim Menschen diese drei Achsen in derselben Ebene liegen. Wenn wir zum Vergleichungspunkt die Achsenrichtung des Schenkelhalses nehmen, welche bei allen Thieren die gleiche ist, so können wir annehmen, dass beim Menschen und den höheren Affen der Oberarmbeinkopf an der Drehung des Körpers dieses Knochens keinen Theil hat. Dagegen bei den niedern Affen und den Vierfüssern erleidet die untere Extremität des Oberarmbeins gleichfalls eine Umdrehung von 180 Grad; aber die obere Extremität, statt wie beim Menschen fest zu bleiben, wird selber um 90 Grad oder um einen rechten Winkel gedreht. Ein Beweis dafür ist die Lageveränderung der Höcker, welche die bicipitale Rinne begrenzen. Der äussere Höcker beim Menschen (Fig. 10*e*) wird vorderer Höcker bei den Vierfüssern (Fig. 6 und 7*e*); der innere des Menschen (Fig. 10*i*) wird zum hinteren (Fig. 6 und 7*i*), was eine Drehung von 90 Grad voraussetzt. Man sieht es auf's deutlichste an den gut articulirten Skeletten der grossen Fleischfresser. Die Folge dieser Anordnungen ist, dass bei den Vierfüssern das vordere Glied sich in einer Ebene bewegt und nur noch sehr unvollkommen die Herumführungsbewegungen ausführt, welche den Menschen und die menschenähnlichen Affen auszeichnen.

*Drehung des Oberarmbeins bei den Fledermäusen, den Vögeln und den Reptilien.* — Sie beträgt nur 90 Grad; die Achsen des Schenkel- und des Oberarmbein-Halses sind wie beim Menschen gerichtet, d. h. die Achse des Knochenkörpers und die Achse des Halses liegen in einer zur Ebene der zweiseitigen Symmetrie *senkrechten* Ebene. Da aber

[1]) Siehe Tafel I, Fig. VI und VII die Achse an den Oberarmbeinen des Seehundes und des Hundes.

der Körper des Oberarmbeins nur um 90 Grad gedreht ist, so wird die Rolle nach aussen gewendet. Bei diesen Thieren ist also die Ebene, welche die Achse des Knochens und die Achse des Halses (Tafel I., Fig. 8 und 9) *ax* enthält, senkrecht zu der Achse *by* der Oberarmbeinrolle; auch geschieht die Beugung des Vorderarmes auf den Arm nach *aussen* in einer zur Vertebro-sternal-Ebene senkrechten Ebene. Eine Fledermaus, ein Vogel entfalten ihre Flügel nach aussen, ein Reptil streckt seinen Vorderarm senkrecht zur Achse seines Körpers aus. Die Drehung um 90 Grad ist also eine der osteologischen Bedingungen des Flugs und des Kriechens.

Bei den Fledermäusen muss man die Oberarmbeindrehung studiren an den grossen Roussetten, wie den *Pteropus vulgaris* Et. Geoff. *P. Edwardsii* Geoff., *P. Keraudrenii* Quoy, *P. poliocephalus* Temminck. und bei dem fliegenden Maki *(Galeopithecus volans)*. Man wird sehen, 1) dass die Achse des Halses gerichtet ist wie beim Menschen, 2) dass der äussere Höcker nach aussen, der innere nach innen liegt, 3) dass die Achse der Rolle senkrecht zur Ebene ist, welche die Achse des Halses und die des Knochenkörpers enthält. Bei den Vögeln sieht man die Drehung um 90 Grad am Besten an den Oberarmbeinen der grossen Raubvögel, wie der Condor, der Adler (Fig. 9), die Albatrosse und bei den grossen Hühnervögeln.

Von Reptilien will ich hier erwähnen: die Crocodile, die Kaimane, die Warneidechsen (*Varanus*), die Grammatophoren, die *Stellionen*, die fliegenden Drachen, den Salvator *(Salvator Merianae* Bibr.), die Ameiva *(Ameiva vulgaris* Licht.), die grüne Eidechse, den *Plestiodon Aldrovandi* Bib., die *Cyclodus* und die grossen Saurier im Allgemeinen. Beim Chamäleon ist im Gegentheil das Oberarmbein um 180 Grad gedreht, denn das Chamäleon ist kein kriechendes Reptil [1]; es geht wie ein Vierhänder und biegt seinen Arm nach vorn. Es schleppt weder seinen Bauch noch seinen Schwanz auf dem Boden nach. Wenn es klettert, so thut es das nicht nach der Weise der Eidechsen oder Stellionen, die sich mit ihren Klauen festhalten.

---

[1] Siehe meine Note über die Drehung des Oberarmbeins, Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. XLIV, p. 246; 9. février 1847.

sondern nach Art der amerikanischen Affen; wie diese fasst es die Zweige mit seinen vier Händen und rollt seinen Greifschwanz um die Gegenstände die ihm als Stütze dienen.

Unter den Schildkröten sieht man die Drehung nur bei den Land- und Fluss-Schildkröten, wie der griechischen Landschildkröte (*Testudo graeca* L.), der *Emys concentrica* Gray, *Emysaurus serpentinus* Bib., der europäischen Landschildkröte (*Testudo europaea* Gray). Die platten Oberarmbeine der Seeschildkröten weisen ebensowenig eine Spur davon auf, wie die der Walthiere. Bei den Batrachiern ist die Drehung weniger bemerklich als bei den Sauriern, wegen der Zartheit ihrer Knochen; doch habe ich sie bestätigt bei den Kröten, der gemeinen Kröte (*Bufo vulgaris* Laur.), bei *Pelobates cultripes* Tschudi, *Alites obstetricans* Wagl. (Geburtshelferkröte), bei den Fröschen, bei *Rana temporaria L.* und *Rana esculenta* Daud [1]).

Diese Drehung des Oberarmbeins um 90 Grad, welche den Reptilien und Vögeln gemein ist, muss als ein neuer Zug zu den zahlreichen organischen Aehnlichkeiten, welche diese beiden Thierklassen einander nähern, hinzugefügt werden.

Wenn man in der Reihe der Wirbelthiere die Achsenrichtung der *Schenkel*köpfe mit der Achsenrichtung der *Oberarmbein*rolle vergleicht, so findet man, dass diese Achsen einander parallel sind bei den Fledermäusen und den Reptilien, senkrecht bei den Vögeln. Und in der That biegen eine Fledermaus und ein Reptil ihr Knie nicht nach vorn, sondern *nach aussen,* so dass die Beugung des Vorderarms und die Beugung des Beines in zwei einander parallelen und zur Symmetrie-

---

[1]) Fast alle Skelette von Reptilien, selbst die wo man die natürlichen Bänder erhalten hat, werden wie die der Vierfüsser aufgestellt. Das Knie nach vorn, der Ellenbogen nach hinten gebogen, und die Glieder unter dem Thiere. Man thut dies um das Brett, auf welchem das Thier befestigt ist, schmäler machen zu können und Platz zu gewinnen; aber man fälscht die Haltung eines Reptils und giebt ihm die eines Landsäugethiers. Das Oberarmbein eines Reptils muss eingelenkt werden wie das eines Vogels, die Achse des Halses nach innen und oben gerichtet, die Rolle nach aussen gewunden, das Schenkelbein wird dann dem Oberarmbein parallel gestellt, Knie und Ellenbogen werden sich nach aussen biegen. Das Kriechen, worunter man versteht, dass der Bauch auf dem Boden nachschleppt, ist eine Folge dieser Structur.

Ebene senkrechten Ebene geschehen. Bei den Vögeln ist es anders: die Achse der Schenkelköpfe ist zwar auch zur Vertebro-sternal-Ebene senkrecht, aber die Achse der Nebenrolle ist mit dieser Ebene parallel, daher die Beugung des Beines *nach hinten* und des Flügels nach aussen.

Kurz, die blosse Ansicht der Schulter und des Oberarmbeins eines Thiers wird künftig über die wichtigsten Punkte seiner Bewegungsart entscheiden und ihm seine Stelle in der Abtheilung der Wirbelthiere anweisen können. Ist die Achse der Oberarmbeinrolle, der Ebene, welche die Achse des Knochens und die des Halses enthält, *parallel*, oder, mit andern Worten, befinden sich diese drei Achsen im Wesentlich in derselben Ebene, so kann der Arm Herumführungsbewegungen ausführen und das Thier gehört zur menschenähnlichen Gruppe. Ist aber die Achse der Rolle *senkrecht* zur gemeinsamen Ebene der Achse des Halses und des Knochenkörpers und gleichzeitig zu der des Schulterblattes, so ist das Geschöpf ein Land- oder Wasser-Säugethier. Ist dagegen endlich die Achse der Rolle, indem sie *senkrecht* bleibt zur gemeinschaftlichen Ebene der Achse des Halses und des Knochenkörpers, nahezu *parallel* mit der des Schulterblattes, so fliegt oder kriecht das Thier; es ist eine Fledermaus, ein Vogel oder ein Reptil.

Man sieht es klar ein, die Natur ist jedes Mal geometrisch verfahren, wenn sie die Ebene, in welcher die Thierglieder sich bewegen, änderte. Diese Veränderungen, welche mit denen der Rotationsachse zusammenhängen, betragen immer nur einen oder zwei rechte Winkel. Jedoch, wenn wir zu der festgesetzten Rotation von 180 Grad, die aus der Drehung des Oberarmbeins folgt, die 180 Grad hinzufügen, welche der Daumen bei der Pronationsbewegung des Vorderarmes beschreibt, so finden wir, dass in der organischen Umbildung des hinteren Gliedes in ein vorderes, die Styloidapophyse der Speiche einen ganzen Kreis beschrieben hat, und dies ist auch der Grund warum die Hand, wenn der Vorderarm in Pronation ist, sich wieder in derselben Lage befindet wie der Fuss.

### Metaphysische Schwierigkeit.

Ich muss nun eine Frage erörtern, die um so kitzlicher ist, als sie in's Gebiet der Metaphysik gehört und die geheimsten Gesetze der

Entwicklung organischer Wesen berührt. Untersucht man Skelette von Embryonen zwischen zwei und neun Monaten, so stellt sich der Körper des Oberarmbeins unter der Form einer flachen und die Grösse ausgenommen der des Schenkelbeins ganz gleichen Platte dar. Man bemerkt daran nicht die geringste Spur von Drehung. Diese Drehung wird sogar erst sichtbar bei einem einjährigen Kinde und erst bei einem zweijährigen ist sie vollkommen charakterisirt. Indessen *existirt* doch schon vom Tag an, wo die Glieder beim Embryo sich zeigen, die *Drehung*, denn die Beugung des Vorderarms geschieht nach vorn. Ja, mein Freund, Professor Vogt, hat mich darauf aufmerksam gemacht, dass die Folgen der Drehung, d. h. die Beugung nach vorn, existiren ehe noch selbst das Oberarmbein gebildet ist. Und wirklich, wenn man einen Blick auf die embryologischen Tafeln des Erdl'schen Werkes [1]) wirft, so sieht man, dass in der dritten Woche (Tafel X., Fig. 2) die Hand an den Seiten des Körpers in halber Pronation sich befindet, die Fingerspitzen nach *vorn gekehrt*. Der Arm wird durch eine Furche bezeichnet, welche diese Platte vom Rumpfe trennt, aber das Oberarmbein, die Speiche und das Ellenbogenbein existiren noch nicht und werden sich erst in der siebenten Woche nach einander entwickeln. Die Drehung des Oberarmbeins ist also keine mechanische Drehung, die zu einer bestimmten Epoche des Lebens stattfindet, sie ist nur eine virtuelle (der Möglichkeit nach vorhandene) Drehung, die nie mechanisch vollzogen wird; aber diese virtuelle Drehung hat alle Folgen einer wirklichen Drehung. Alles am Arm ist so angeordnet als wenn sie wirklich physisch vollbracht wäre, — die Muskeln, die Arterien, die Nerven haben die Rotationsbewegung der Ellenbogen-Extremität des Oberarmbeins mitgemacht. Die sonstigen Verschiedenheiten zwischen dem Arm und dem Schenkel und selbst zwischen dem Brust- und dem Beckenglied sind einfache Folgen dieser Drehung; und fragt man mich, was denn der Hauptunterschied zwischen dem Arm und dem Schenkel sei, so würde ich ohne Anstand antworten: das Oberarmbein ist gedreht, der Schenkel ist es nicht. Ich hoffe,

---

[1]) Die Entwicklung des Menschen und des Hühnchens in 4. Leipzig 1845.

der Leser wird meine Ueberzeugung theilen, wenn er diese Abhandlung zu Ende liest; denn ich werde beweisen, dass die Anordnung sämmtlicher Weichtheile des Brustgliedes, verglichen mit denen der correspondirenden Theile des Bauchgliedes, sich nur aus der Drehung des Oberarmbeines erklären lässt. Es ist der einzige lange Knochen, dessen Körper in dieser Weise schneckenförmig gewunden ist; und indem sie ihm diese Form ertheilt, enthüllt uns die Natur das einfache und rationelle Verfahren, wodurch die Beugung aus einer hinteren zu einer vorderen oder äusseren wird. Uebrigens ist es für den Beobachter völlig gleichgültig, ob diese Drehung wirklich stattgefunden habe oder ob sie nur virtuell sei, wenn er nur weiss, dass alle ihre Folgen bestehen. Ebensowenig kümmert es mich, wenn ich z. B. den Einfluss der Form auf die Thätigkeit polyëdrischer Zellen studire, ob dieselben es von Anfang an waren oder ob sie ursprünglich sphärisch gewesen und erst allmälig in Folge ihrer gegenseitigen Zusammendrückung polyëdrisch geworden sind.

Die Naturgeschichte wimmelt von ähnlichen Thatsachen. Bei Missgeburten von doppelten Fischen, die untereinander durch ihre hintere Extremität zusammenhängen, besitzen die vorderen und von einander getrennten Theile der beiden Individuen jede ihre besondre Wirbelsäule; aber in dem hinteren, Beiden gemeinsamen Theile giebt es nur eine einzige Wirbelsäule. Als mir Professor Coste die Zeichnungen dieser Fische zeigte, fügte er noch hinzu: „Virtuell jedoch sind die beiden Wirbelsäulen im Schwanz des Doppelfisches vorhanden; aber die Centralsäule hat sich nicht entwickelt, und die beiden äussern Hälften, wovon die eine dem rechten Fische, die andre dem linken Fische angehört, haben sich vereinigt und bilden die einzige Wirbelsäule, die Achse des, beiden Thieren gemeinsamen, Schwanzes.“

Bei den Pflanzen findet sich dasselbe. Bei allen Lippenblumen mit doppellippiger Corolle hat die Oberlippe ein oder zwei Lappen, die *untere* drei, vier, oder fünf; die Staubfäden convex *nach oben* befinden sich unter der oberen Lippe. Aber in der Abtheilung der Ocimoideen, bestehend aus den Arten *Ocimum, Orthosiphon, Plectranthus, Coleus, Hyptis* u. s. w., hat die *obere* Lippe vier Lappen, die untere

nur einen. Die Staubfäden sind *nach unten* convex und befinden sich über der unteren Lippe.

Alle Botaniker geben zu, dass die Blumenkrone in dieser Abtheilung umgedreht worden, und doch hat noch keiner von ihnen den Akt der Umdrehung gesehen. Die Blüthe kommt umgedreht zur Welt, wie das Oberarmbein gedreht. Ich habe mich davon an Blüthenknospen von *Ocimum carnosum* Link überzeugt, die nur einen Millimeter lang waren. In dieser ganzen Pflanzenabtheilung findet also eine der virtuellen Drehung des Oberarmbeins bei den Wirbelthieren analoge virtuelle Umdrehung statt.

Diesen virtuellen Drehungen begegnet man also in den beiden organischen Naturreichen, und sie können keinen Einwand oder auch nur eine Schwierigkeit bilden, bei welcher sich der Naturforscher oder Philosoph lange aufzuhalten brauchte.

## II. Vergleichung der beiden Knochen des Beines mit denen des Vorderarmes.

### Beständigkeit des Ellenbogenbeinkopfes.

*Der Kopf des Ellenbogenbeines tritt in die Bildung der Articulation des Vorderarmes mit dem Arme von allen Säugethieren ohne Ausnahme ein.* — Dies ist der erste Hülfssatz den wir feststellen müssen, ehe wir an die directe Vergleichung der Knochen des Beines mit denen des Vorderarmes gehen.

Beim Menschen und den menschenähnlichen Affen umfasst das Ellenbogenbein das Oberarmbein mit einer beinahe halbkreisförmigen Fläche, die nach vorn in den kronenförmigen Fortsatz, nach hinten in das Olecranon ausläuft. Beide Facetten entsprechen den beiden Vorsprüngen der Rolle. Die Speiche dagegen berührt den Oberarmbeinknopf nur durch eine lose mit ihm verbundene Gelenkgrube (cavitas glenoidea).

Studirt man die übrigen Säugethiere in Beziehung auf ihre Oberarmbein-Ellenbogenbein-Articulation, so kann man sie in drei Gruppen

theilen: 1) Diejenigen wo Ellenbogenbein und Speiche vollständig deutlich getrennt und mehr oder weniger aufeinander beweglich sind; 2) diejenigen, wo die beiden Knochen unterschieden aber unbeweglich sind; 3) endlich diejenigen, wo Körper und Handwurzelende des Ellenbogenbeins mit der Speiche verschmolzen und mehr oder weniger verkümmert sind. Wir werden sehen, dass in diesen drei Gruppen der Ellenbogenbeinkopf *immer* Theil nimmt an der Gelenkverbindung des Armes und des Vorderarmes.

1) Beim Menschen und bei den Vierhändern geschehen die Pronations- und Supinations-Bewegungen mit Leichtigkeit, und die Speiche indem sie sich um das Ellenbogenbein dreht, beschreibt einen Halbkreis. Die Bewegungen sind geringer, aber doch noch vorhanden bei den Bären, den Waschbären, den Katzen, den Eichhörnchen, dem Biber, dem Aï und dem Unau [1]). Bei diesen Vierfüssern ist der Antheil des Ellenbogenbeins am Gelenk fast derselbe wie beim Menschen nur dass das Olecranon von aussen nach innen abgeplattet ist.

2) Der Antheil des Ellenbogenbeins wird grösser bei denjenigen Thieren, bei welchen die beiden Knochen vollständig, aber unbeweglich und manchmal sogar aneinander geheftet sind [2]). Die Entwicklung des Olecranons trägt zur Vergrösserung der Gelenkfläche bei. Ich will nur die Hunde, die Biber, die *Lagotis,* die Nilpferde und die Schweine nennen. Am merkwürdigsten aber ist in dieser Beziehung das Ellenbogengelenk des Elephanten. Die Gelenkfläche des Ellenbogenbeins besteht aus einem ungeheuren Olecranon und aus einer Kronenfläche, die sich vorn in zwei Lappen wie ein Spielkartenherz theilt. Zwischen diese beiden Lappen klemmt sich der dreieckige Kopf der Speiche ein, deren Gelenkoberfläche kaum $^1/_5$ der Ellenbogenbeinoberfläche gleichkommt. Dieser Kopf steht in Berührung mit der ganzen Oberarmbein-Drehrolle, die kleine dreieckige Fläche ausgenommen, von der wir eben sprachen. Beim Schweine liegen das Ellenbogenbein und die Speiche

---

[1]) Cuvier, Observations sur l'ostéologie du Paresseux. (Annales du Muséum d'histoire naturelle de Paris, t. V, p. 207; 1804).

[2]) Beim indianischen Kaninchen, beim Meerschweinchen sind sie durch eine Knochenplatte verbunden.

genau aneinander; das Olecranon ist quer abgeplattet und die Ellenbogengelenkoberfläche bei weitem grösser als die der Speiche.

Bei den Seehunden, den Seekühen, den Lamantinen und den Dügongen sind die beiden Knochen unterschieden, getrennt, und einer hinter dem andern; auf dem Ellenbogenbein sitzt ein sehr entwickeltes Olecranon. Bei den Delphinen, dem Narwal, den Hyperodonten, den Rorqualen und den Wallfischen ist die Anordnung der beiden Knochen des Vorderarms die gleiche, aber das Olecranon ist nur in seinen Anfängen vorhanden. Dies sind die einzigen Säugethiere, bei denen dieser Fortsatz nicht in die Bildung des Ellenbogengelenks eintritt. Bei den Vögeln ist das Olecranon entweder gar nicht vorhanden oder rudimentär. Das Vorhandensein dieses Fortsatzes scheint also unverträglich mit einem vollkommenen Wasser- oder Luftleben. Er hängt mit einem Land- oder Amphibienleben zusammen, denn das Olecranon, das bei den Vierfüssern stets vorhanden ist, findet sich gleichfalls im Ruder des Seehundes und im Arm des fliegenden Maki (Galeopithecus), welcher den Fallschirm trägt. Der Körper des Ellenbogenbeins scheint eine andere Bedeutung zu haben; er ist rudimentär, fadenförmig oder fehlt ganz bei den Fledermäusen, deren Leben wesentlich Luftleben ist, entwickelt sich dagegen vollständig bei den Walthieren, die ausschliesslich im Wasser leben.

3) Bei gewissen Insektenfressern, den Einhufern und den Wiederkäuern verschmilzt der Körper des Ellenbogenbeins mit der Speiche oder verliert sich zum Theil oder selbst ganz in dieselbe; dann erreicht aber das Olecranon eine um so grössere Entwicklung, je vollständiger die Verschmelzung der beiden Knochenkörper ist. Beim Igel sind die beiden unteren Drittel des Ellenbogenbeins mit der Speiche vereinigt, das Olecranon ist sehr gross. Es wird verhältmässig noch grösser beim Elenn, wo der sehr dünne Körper des Ellenbogenbeins vom Radius getrennt ist; bei der Ziege, der Hirschkuh, dem Dammhirsch, wo die beiden unteren Drittel des Ellenbogenbeins mit der Speiche vereinigt sind; beim Ochsen, wo die unteren drei Viertel des Ellenbogenbeins mit der Speiche verschmelzen; beim Kameel, dem Pferd, dem Esel, wo das Olecranon ein Fortsatz der Speiche scheint und der Körper des Ellenbogenbeins gleich unter

dem Olecranon mit dem der Speiche verschmilzt. Bei der Giraffe ist dieser Körper von der Speiche in seinem obern und untern Viertel getrennt, aber durchaus fadenförmig: — bei all diesen Thieren bildet das ungeheuer entwickelte Olecranon, wie bei den übrigen Landsäugethieren, den hintern Theil des Oberarmellenbogenbein-Gelenkes, während unterhalb das Oberarmbein nur mit der Speiche articulirt. Diese Thatsachen veranlassen uns es als eine ausgemachte Wahrheit anzusehen, *dass bei den Land- und amphibischen Säugethieren das Ellenbogenbein beständig in die Bildung des Ellenbogengelenkes eintritt, von dem es den der Streckungsebene entsprechenden Theil ausmacht.* Ist aber das Ellenbogenbein ein wesentliches Stück des Ellenbogengelenkes bei allen Säugethieren, so muss auch *nothwendig* sein Becken-Repräsentant in die Bildung des Kniegelenks eingehen. Studiren wir nun unter diesem Gesichtspunkt das Schenkel - Schienbein - Gelenk, so werden wir finden, dass die directe Beobachtung unsere auf inductivem Wege erlangte Voraussicht bestätigt.

### Bildung des obern Schienbeinkopfes.

Wir haben jetzt zu beweisen, dass *der Kopf des Schienbeins beim Menschen und bei den meisten Säugethieren durch die Verwachsung der vereinigten Ellenbogenbein - und Speiche - Köpfe gebildet* wird. Beim Menschen und bei den höhern Säugethieren sind diese beiden Knochen ungefähr gleich dick; ist der Ellenbogenbeinkopf stärker als der der Speiche, so ist zum Ersatz dafür das Handwurzelende der Speiche grösser als das entsprechende Ende des Ellenbogenbeins. Dagegen ist allen Anatomen das Missverhältniss zwischen Schienbein und Wadenbein aufgefallen. Jenes bildet eine massive oberhalb in einen enormen Kopf endigende Säule; dieses ist lang, schwach, dünn, und wie verkümmert. Die Knochen des Beines beim Menschen und bei den Thieren sind also eines der schönen Beispiele von jenem Gesetz des Gleichgewichts der Organe (Ausgleichungsgesetz), welches von Goethe [1]) aufgestellt und seitdem durch

---

1) Oeuvres d'histoire naturelle, traduites par Ch. Martins, p. 29, 1837.

Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire [1]) weiter entwickelt wurde. Es ist als ob die Speiche als sie sich zum Schienbein umbildete sich auf Kosten des Ellenbogenbeins entwickelte oder vielmehr dasselbe sich einverleibt hätte, und so ist es in der That, denn der Kopf des Schienbeins wird durch die Verwachsung der Ellenbogenbein- und Speiche-Köpfe gebildet. Was beim Oberarmbein Statt findet, welches mit diesen beiden Knochen articulirt, *muss* auch beim Schenkelbein Statt finden. Dieses scheint aber bloss mit dem Schienbein zu articuliren. Betrachtet man jedoch das Knie genau, so bemerkt man am Schienbein zwei Gelenkflächen gleich denen des Ellenbogenbeins und der Speiche. Die äussere oder Fibularfläche liegt der Streckungsebene näher gleichwie der S förmige Ausschnitt (cavitas sygmoidea) des Ellenbogenbeins, welchen sie repräsentirt. Die innere, der Beugungsebene näher liegende, entspricht der oben etwas vertieften Gelenksfläche der Speiche (cavitas gleonoidea), die gleichfalls der Beugungsebene näher steht. Die Gräte, welche die beiden Gelenkflächen des Schienbeins trennt, entspricht nicht, wie man gewöhnlich behauptet, der Hervorragung, welche von der Spitze des Olecranons zum kronenförmigen Fortsatz läuft, sondern dem Zwischenraum, welcher den Kopf des Ellenbogenbeins von der oberen Gelenkfläche der Speiche trennt.

Ein noch schlagenderer, so zu sagen anschaulicher Beweis hat bereits die Augen mehrerer Menschenzergliederer auf sich gezogen [2]). Legt man einen Ellenbogen und ein Knie von einem Skelett (Fig. 1 und 2) neben einander, und betrachtet sie von der Seite, so kann man unmöglich die wunderbare Aehnlichkeit der vorderen Gräte des Schienbeins, von der Anheftung des Kniescheiben-Bandes an, bis unter dem oberen Drittel des Knochens, mit der hinteren Gräte

---

[1]) Considérations sur les pièces de la tête osseuse des animaux vertébrés, et particulièrement sur celles du crâne des Oiseaux (Annales du Muséum, t. X, p. 342; 1807). — Mémoires sur les rapports naturals des Makis (Magasin encyclopédique, t. I, p. 20; 1796 et Vie, travaux et doctrines d. Et. Geoffroy Saint-Hilaire, par son fils, p. 134; 1847).

[2]) Meckel, Manuel d'anatomie, übersetzt von Jourdan, t. I, p. 775. — Bourgery, traité complet de l'anatomie de l'homme, t. I, p. 137. — Cruveilhier, traité d'anatomie descriptive, t. I, p. 343.

Die Pronationsbewegungen beim Menschen, bei den Affen und einigen Fleischfressern, die beständige Pronation der Dickhäuter und der Wiederkäuer sind also eine Folge der Drehung des Oberarmbeins und der Spaltung des Schienbeinkopfes. Die Vergleichung der Kniescheibe mit dem Olecranon wird hoffe ich den Leser vollends überzeugen.

#### Kniescheibe und Olecranon.

*Das Olecranon ist das Analogon der Kniescheibe:* Lage, Verbindungen, Muskelansätze, Verrichtungen, Krankheiten, alles gleicht sich; auch haben fast alle Anatomen [1]) diese beiden Knochen einander gleich gesetzt. Die Anheftung der Kniescheibe an's Schienbein gab selbst den Hauptgrund für die Schriftsteller, welche nach dem Vorgang von Vicq-d'Azyr, Meckel und Bourgery das Schienbein oder wenigstens dessen oberen Theil dem Ellenbogenbein verglichen. Wenn man, wie ich es meine, den Schienbeinkopf als aus der Verwachsung der Köpfe des Ellenbogenbeins und der Speiche entstanden ansieht, so lässt sich leicht zeigen, dass die Kniescheibe an dem Theil dieses Knochens angeheftet ist, welchen der hintere Rand des Ellenbogenbeins vorstellt. In der That heftet sich das Band an den innern Theil des Schienbeinkopfes an, unmittelbar an das Ende jenes scharfen Randes, welcher so sehr an den der Olecranonfläche des Ellenbogenbeins erinnert. Am Arm wird das Kniescheibenband durch den musculus anconeus repräsentirt wie wir weiterhin zeigen werden.

---

[1]) Winslow, Exposition anatomique de la structure du corps humain, t. I. p. 285; 1775. — Vicq-d'Azyr, Mémoire cité. (Académie royale des sciences de Paris, pour 1774, p. 257; 1778). — Sabatier, Traité d'anatomie, 2e édit., t. I. p. 218; 1791. — Soemmering, de corporis humani fabrica, t. I, p. 385 und 430; 1794. — Boyer, Traité d'anatomie, 2iéme édit., t. I., p. 389; 1803. — Meckel Manuel d'anatomie, t. I, p. 755 und 774; 1825. — Gerdy, Note sur la parallele des os. (Bulletin de Férussac, t. XVI, p. 375; 1829). — J. Cloquet, Manuel d'anatomie descriptive, texte, p. 94. 1825. — Bourgery, Traité complet de l'anatomie de l'homme, t. I, p. 135; 1832. — Blandin, Nouveaux éléments d'anatomie descriptive t. I, p. 208; 1838. — O. Ward, Outlines of Human Osteology. p. 510; 1838. — Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive, 2ième édit., t. I, p. 343. 1843. — Jamain Nouveau traité élémentaire d'anatomie descriptive, p. 86; 1853. — Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, t. I, p. 202 und 205; 1855.

Bei allen Thieren sind die Kniescheibe und das Olecranon einander ähnlich. Von hinten nach vorn abgeplattet beim Menschen und bei den Affen, sind diese beiden Knochen bei den Wiederkäuern und den Einhufern seitwärts zusammengedrückt. Beide dienen zur Anheftung für Muskeln, deren Homologie von allen Anatomen anerkannt worden ist, nämlich für die langen Theile der beiden dreiköpfigen Schenkel- und Arm-Muskeln. Untersucht man diese Anheftung indem man einen Längsschnitt durch ein Olecranon und eine Kniescheibe macht, so sieht man wie bei Beiden die Sehne sich an den Winkel anheftet, welcher die peripherische, verticale Fläche von dem abgerundeten Kopfe der beiden Knochen trennt. Weder die Kniescheibe, noch das Olecranon liegen in der Masse der Triceps-Sehnen. Beide sind rings herum dicht, in der Mitte schwammig; bei Beiden ist die Fläche, wo sich der Muskel anheftet, dichter und dicker als die andere. Beide gehören zu einer grossen Articulation von der sie nur durch eine Gelenkkapsel getrennt sind; endlich bleibt auch nach gewissen Brüchen des Olecranons dieser Fortsatz vom Ellenbogenbein getrennt und wird eine förmliche Kniescheibe [1]). Dieser krankhafte Zustand findet sich bei einigen Thieren als normaler bei mehreren Roussetten, (*Pteropus Edwardsii* Geoff., *P. vulgaris* Geoff., *P. poliocephalus* Temm. und *P. Keraudrenii* Quoy). Beim Vampyr und Pinguin [2]) ist das Olecranon vom Ellenbogenbein getrennt und bildet eine wirkliche Kniescheibe. Wenn einer dieser Knochen im Thierreich verschwindet, so findet sich auch der andere selten vor; so fehlen beide zugleich bei den Vögeln und den Reptilen, doch haben die Känguruhs und einige Fledermäuse ein Olecranon und keine Kniescheibe.

Kurz die Kniescheibe ist Nichts als eine Wiederholung des Olecranons, ein von dem zugehörigen Knochen getrenntes Olecranon. Beide Knochen sind nach Verbindungen, Gestalt, Bau und Muskelanheftungen analog.

1) Delachenel, Observationes anatomiae medicae, §. 28. Basileae, 1784. — Camper, Dissertatio de fractura patellae et olecrani; 1789. — Rosenmüller, De ossium varietatibus, p. 62. Lipsiae, 1804. — Caplomont, Essai de chirurgie pratique sur la fracture de l'olecrane. (Théses de Paris, N. 19 1803). — Malgaigne, Traité des fractures et des luxations, t. I, p. 568, et pl. IX, Fig. 2, 3 und 4.

2) Meckel, Traité général d'anatomie comparée, t. III, 2ième part., p. 165.

Das Studium des hinteren Gliedes der niedersten Säugethiere, wie der Wombate (*Phascolomys*), der Phalangisten, der Dasyuren, der Opossa unter den Beutelthieren verbunden mit dem der Kloakenthiere wird den Beweis vollenden, dem die vorhergehenden Betrachtungen nur einen ungenügenden Grad von Wahrscheinlichkeit verliehen haben, um skeptische Geister zu befriedigen. Bei diesen Thieren findet die Verwachsung der Ellenbogenbein- und Speiche-Köpfe zur Bildung des Schienbeinkopfes nicht Statt, wie wir weiter oben bewiesen; beide Knochen bleiben am Bein wie am Vorderarm getrennt: auch heftet sich die Kniescheibe nicht an's Schienbein sondern an's Wadenbein an. Beim Wombat (Fig. 12) sehen wir ein Schienbein und ein Wadenbein von gleicher Stärke; das Wadenbein *p* articulirt mit dem Schenkelbein *f*, wie das Ellenbogenbein *c* (Fig. 13) mit dem Oberarmbein *h*, auf diesem Wadenbein sitzt eine Kniescheibe *l*, die dieselbe Form hat, wie das Olecranon *o*, die vordere und obere Fläche des Schienbeins *t* ist abgerundet und zeigt nicht jene charakteristische Gräte, welche so auffallend an die hintere Gräte des Ellenbogenbeins erinnert. Wie sollte sie auch vorhanden sein, da bei diesen Thieren die beiden Knochen vollständig getrennt sind und das Wadenbein seine Kniescheibe trägt, wie das Ellenbogenbein sein Olecranon? Am Skelett einer grösseren Art von Phascolomys als der Wombat, welcher im Pariser Museum sich befindet, fand ich folgende Anordnungen: das Schienbein war seitlich abgeplattet und besass keine Gräte; dieses schien nebst dem vordern Theil der Gelenkfläche wie abgeschnitten. Ein durchsichtiger, obgleich ziemlich dicker Knorpel war am vordern Rand dieser Fläche befestigt; der Kopf des Wadenbeins, sehr mächtig und mit zwei breiten, seitlichen Fortsätzen versehen, articulirte mit dem äusseren Knöchel des Schenkelbeins; auf ihm sass eine Wadenbein-Kniescheibe, welche sehr an das Olecranon des Thiers erinnerte. Ein fleischfressendes Beutelthier, der langschwänzige Dasyurus (*Dasyurus macrourus* Geoffr.) (Fig. 16) besitzt ein Wadenbein *p* von fast gleichem Umfang wie das Schienbein *t*, welches Wadenbein mit dem Schenkelbein *f* articulirt und auf dem eine Kniescheibe *l* sitzt. Das Schienbein ist ohne Gräte, vorn abgerundet und trägt keine Kniescheibe.

Das Olecranon des Ellenbogenbeins ist sehr deutlich. Bei den Phalangisten herrscht dieselbe Anordnung. Fig. 11 stellt das linke, hintere Glied eines *Opossum,* des *Didelphis Azarae* (Beutelratte), in natürlicher Grösse dar. Der Wadenbeinkopf *p*, so dick wie der des Schienbeins *t*, articulirt mit dem letzteren Kopfe und mit dem äusseren condylus des Schenkelbeins *f*. Oberhalb ist der vordere Rand des Schienbeins abgerundet, auf dem Kopfe sitzt eine Gelenkkapsel ohne Kniescheibe; die letztere *l* oder ein sie repräsentirender Knochen ist am Wadenbein befestigt. In den Sälen der vergleichenden Anatomie des Pariser Museums konnte ich die Skelette des rothen Phalangers, des fuchsartigen Phalangers und des Cookschen Phalangers studiren; sie bieten einen ähnlichen Bau dar; bei der letzten Art ist der Kopf des Wadenbeins dicker als der des Schienbeins und geht viel höher hinauf. Es freut mich, in diesem Punkt mit Professor Owen übereinzustimmen und wie Er und nach seinem Vorgang das ein kniescheibenförmiges Sesambeinchen tragende Wadenbein, bei den Phalangisten, den Phascolomen und den Dasyuren, als allein in der Reihe der Säugethiere das ganze Ellenbogenbein repräsentirend anzusehen. Man würde sich jedoch täuschen, wenn man dächte, das Schienbein stellte bei *allen* Beutelthieren nur die Speiche, und das Wadenbein das ganze Ellenbogenbein vor. Bei den Beuteldachsen *Perameles nasuta* Geoff. z. B. ist das Wadenbein dünn und nicht mit dem Schenkelbein articulirt. Am Schienbein findet sich eine *Ellenbogenbeingräte,* auf der eine Kniescheibe sitzt. Bei den Känguruhs ist die Schienbeingräte sehr vorragend und dünn, das Wadenbein schwach, die Kniescheibe verkümmert oder durch einen Knorpelkern ersetzt, der durch ein Band auf der Schienbeingräte angeheftet ist.

Die Kloakenthiere bestätigen in anderer Weise die Theorie von der Bildung des Schienbeinkopfes durch die Verwachsung der Köpfe der Speiche und des Ellenbogenbeins. Beim Schnabelthier (*Ornithorhynchus*) zeigt das Schienbein *t* (Fig. 15) vorn eine sehr deutliche Gräte; auf ihr sitzt eine dicke Kniescheibe *l*. Das Wadenbein *p* verlängert sich nach oben und endigt in einen ungeheuern Fortsatz *a*, der der halben Länge des Knochens gleich kommt. So sind also bei diesem Thiere auf dem Schienbein eine Kniescheibe und

auf dem Wadenbein ein Olecranon angebracht. Da der Kniescheiben-Apparat doppelt ist, so ist es auch der des Olecranons. Am Arme sehen wir (Fig. 14) auf einem Ellenbogenbein *c* ein doppeltes Olecranon *o*, oder vielmehr zwei zusammengeschweisste Olecrana; das Eine etwa *l* repräsentirt die Schienbeinkniescheibe *l* (Fig. 15); das Andere *a* (Fig. 14) den grossen Wadenbein-Fortsatz *a* (Fig. 15). Wirklich, denkt man sich das vordere Glied durch die Umdrehung des Oberarmbeins umgewandt, so wird der Olecranon-Haken *l* Fig. 14 nach vorn *convex* wie die Schienbeinkniescheibe *l* (Fig. 15) und der Olecranon-Haken *a* (Fig. 14) wird *concav* nach vorn wie der Wadenbein-Fortsatz *a* (Fig. 15). So finden wir denn bei diesem Thiere, dessen Bau schon so viele andere Sonderbarkeiten zeigt, am Ellenbogenbein zwei Olecrana und am Knie zwei Kniescheiben; eine Wadenbeinkniescheibe an den Kopf des Knochens geschweisst, eine Schienbeinkniescheibe durch ein Band befestigt.

Beim Ameisenigel (*Echidna*) findet sich eine ähnliche Anordnung. Folglich hat bei den Kloakenthieren die Olecranonportion des Ellenbogenbeins, welche sich mit der durch das Schienbein repräsentirten Speiche verbunden hat, das Eine der Olecrana, welches die Schienbeinkniescheibe bildet, mit sich gezogen; das andere Olecranon ist am Wadenbein, welches die kronenförmige Portion des Ellenbogenbeins repräsentirt, sitzen geblieben. Wir finden hier abermals die im Pflanzenreich so gewöhnliche Erscheinung, welche von den Botanikern mit dem Namen Spaltung bezeichnet wird.

Ich möchte einige Einwürfe widerlegen. Diejenigen Anatomen, welche das Schienbein für den Repräsentanten der Speiche *allein* ansehen, gerathen immer in Verlegenheit durch die Anheftung der Kniescheibe, deren Analogie mit dem Olecranon schwer zu läugnen ist. „Man wird ohne Zweifel fragen, was bei meiner Anschauungsweise aus der Kniescheibe wird, sagt Flourens [1])? Die Kniescheibe entspricht nach Vicq-d'Azyr dem Olecranon . . ., aber

---

[1]) Sur le parallèle des extrémités dans l'homme et les quadrupèdes. (Annales des sciences naturelles, t. X, p. 38. 1836; und Mémoires d'anatomie et de physiologie comparées, p. 97; 1844).

man bemerke, dass das Olecranon einen wirklichen Theil des Ellenbogenbeins bildet, während für die Kniescheibe keine Beziehung zum Wadenbein möglich ist; die Kniescheibe ist also ein besonderer Knochen ohne irgend eine wahrhafte Analogie mit dem Olecranon, ein einfaches Sesambein in der Sehne des dreiköpfigen Schenkelmuskels um das Spiel dieser Sehne auf dem Schenkelbein zu erleichtern; gerade wie sich oft an der entgegengesetzten Seite, d. h. am hintern Theil der condyli, solche bilden, und zwar an dem Punkte jeder Zwillingsmuskelsehne, welche den condyli entspricht."

Prof. Owen [1]) betrachtet als Analogon des Olecranons das vom Wadenbein losgelöste Sesambein, welches man bei dem Wombat beobachtet. Herr Paul Gervais wiederholt dieselbe Meinung. „Mit Unrecht, sagt er [2]), glaubt man, dass die Kniescheibe ursprünglich die Epiphyse des Schenkelbeins bildet, und ebenso irrthümlich sah man den Olecranon-Fortsatz des Ellenbogenbeins als ihren Repräsentanten am vorderen Gliede an." Nimmt man die Verwachsung der Köpfe des Ellenbogenbeins und der Speiche im Kopf des Schienbeins an, so fällt die Schwierigkeit von selbst, denn das Kniescheiben-Band heftet sich an den Theil des Knochens, welcher das Ellenbogenbein repräsentirt und Nichts steht im Wege, die Kniescheibe wie die meisten Anatomen (siehe S. 434), als die homologe Wiederholung des Olecranons anzusehen. Die Kniescheibe einem Sesambeine assimiliren heisst durchaus nicht deren Analogie mit dem Olecranon entkräften, welches Letztere, wenn man will, ein bei den meisten Thieren an das Ellenbogenbein gebundenes Sesambein sein würde. Betrachtet nicht Blainville [3]) alle Sesambeine als freie Fortsätze der Knochen, bei denen sie sich finden, und ist nicht bei verschiedenen Fledermäusen das Olecranon vom Ellenbogenbein getrennt, d. h. im Zustand einer Kniescheibe, und folglich ein Sesambein in der Meinung der gelehrten Zoologen, welche ich zu überreden trachte?

---

[1]) Principes d'ostéologie comparée, p. 356, und pl. XIV, Fig. 16, und unsere Fig. 12 *l*.

[2]) Théorie du squelette humain, p. 63; 1856.

[3]) Ostéographie des cinq classes d'animaux vertébrés, t. I, p. 11; 1841.

Man kann also einen so beständigen Knochen wie die Kniescheibe als einen Fortsatz ansehen, der mit dem Knochen, zu dem er gehört, nicht verwachsen ist, und als Homologon des Olecranons. Was sind in der That die wahren Sesambeine für alle Anatomen? kleine Knochen den Sehnen angelegt, veränderlich nach Zahl, Gestalt, Stärke, selten in der Jugend, häufiger im Alter. Die Entwicklung der Kniescheibe im Verlauf einer Sehne, ist also die einzige Aehnlichkeit, die sie mit den gewöhnlichen Sesambeinen darbietet; denn in der ganzen Klasse der Land- und amphibischen Säugethiere fehlt sie nur bei den Känguruhs und einigen Fledermäusen, und auch hier ist sie noch oft durch einen Knorpel vertreten.

Ihre Lage, Gestalt, Stärke sind so beständig, wie die des Olecranons, sie ist also ein wesentlicher Knochen des Säugethier-Skeletts, und will man die Kniescheibe den gewöhnlichen Sesambeinen gleichsetzen, so muss man sie ein *beständiges Sesambein* nennen, oder annehmen, dass sie ein mit der Schienbeingräte durch ein Band verknüpftes Olecranon ist, welches wie das Olecranon des Ellenbogenbeins zu einer grossen Gelenkverbindung gehört und wie dieses an seinem oberen Rand eine Anheftungsstelle darbietet für die Sehne des mächtigsten Streckmuskels der zweiten Gliederbrechung bei allen Monodelphen. Man kann also nicht länger zweifeln und fast alle Anatomen haben sich der letzten Erklärung angeschlossen.

Ich fasse meine Meinung in folgendem Satze zusammen: *Die Kniescheibe, dem Olecranon homolog, ist an dem vorderen und äusseren Theil des Schienbeins befestigt, welcher den unter dem Olecranon liegenden Theil des Ellenbogenbeins wiederholt. Bei den Phascolomen, den Phalangisten, den Dasyuren, den Opossa, wo das Schienbein nur die Speiche, das Wadenbein dagegen das ganze Ellenbogenbein repräsentirt, heftet sich die Kniescheibe am Wadenbein an, gleich wie das Olecranon mit dem Ellenbogenbein verbunden ist.*

**Körper des Ellenbogenbeins und des Wadenbeins.**

*Das Wadenbein des Menschen und der meisten Säugethiere ist der vordere Theil des Ellenbogenbeins in seinem oberen Drittel; das ganze Ellenbogenbein in seinen zwei unteren Drittheilen.* Ich habe bereits oben S. 430 bei Gelegenheit des Schienbeins einige dieser Analogien angedeutet und

will den Vergleich nur noch vervollständigen. Auf dem Kopfe des Wadenbeins findet sich nach hinten eine Hervorragung (Styloid-Fortsatz des Wadenbeins), welche vollständig dem kronenförmigen Fortsatz des Ellenbogenbeins entspricht; es heftet sich an sie der kurze Theil des zweiköpfigen Schenkelmuskels, das Homologon des vorderen Armmuskels, und der äussere Kniekehlnerv, Homologon des Ellenbogennerven, windet sich um sie. Bis unterhalb seines oberen Dritttheils ist das Wadenbein schwach, von da an aber, nimmt es an Stärke zu, weil es den ganzen Körper des Ellenbogenbeins vorstellt. Der äussere Knöchel ist der vergrösserte Styloid-Fortsatz des Ellenbogenbeins. Betrachtet man die Streckungsfläche eines Vorderarms bei einem Skelett, so kann man sehr leicht sehen, dass in dem oberen Dritttheil die Speiche und das Ellenbogenbein sich wenig von einander entfernen, auch scheinen Knochengräten, die vom innern Rand der Speiche ausgehen, Spuren einer ursprünglichen Vereinigung der beiden Knochen zu sein; aber in ihren beiden unteren Dritttheilen entfernen sie sich von einander. Auch bemerkt man, wenn man ein Bein neben diesen Vorderarm legt, dass der Körper des Schienbeins gleichfalls nur in seinen beiden unteren Dritttheilen vollständig die convexe Form der Rückenfläche der Speiche wiederholt; der Speiche-Styloid-Fortsatz ist das treue Abbild des innern Knöchels. Ebenso beim Ellenbogenbein, dessen hinterer Rand an die vordere Gräte des Wadenbeins erinnert. Das Studium der Muskeln wird diese Anschauungsweise bestätigen, wenn wir darthun werden, dass offenbar homologe Muskeln, Beuger und Strecker der Finger und der Zehen, sich nicht immer an den entsprechenden Knochen anheften, wenn man nämlich das Schienbein als Repräsentanten der Speiche *allein*, das Wadenbein als Analogon des *ganzen* Ellenbogenbeins ansieht.

Die vergleichende Anatomie aber wird das Hauptlicht auf diese Frage werfen; sie zeigt uns, dass das Wadenbein ein wesentlich accessorischer Knochen, ein förmlicher Spahn (Schiene) des Schienbeins ist. So verschwindet denn auch oft das Wadenbein ganz oder theilweise, während der Olecranon-Theil des Ellenbogenbeins wie die Kniescheibe bei der ungeheuern Mehrzahl der Land- oder amphibischen Säugethiere vorkommt. Für jeden denkenden Ana-

tomen wäre dies allein schon ein Beweis. In der That kann das obere beständige Ende des Ellenbogenbeins dem oberen nicht beständigen Ende des Wadenbeins nicht entsprechen, und jenes entspricht auch wirklich dem oberen Theil des Schienbeins, welches nie fehlt, und entwickelt sich um so mehr, je mehr das Wadenbein verkümmert.

Allgemeiner lässt sich sagen, dass bei den Säugern, wo das Ellenbogenbein vollständig ist [1]), das Wadenbein es gleichfalls ist; doch giebt es zahlreiche Ausnahmen und wir werden sehen, dass bei Arten wo das Ellenbogenbein vollständig bleibt, das Wadenbein verkümmert oder verschwindet. Bei den Affen, den Fleischfressern, den Dickhäutern, Seehunden, den Zahnlosen und den Beutelthieren sind die beiden Knochen vollständig von einander getrennt; nur nimmt man als beständiges Gesetz wahr, dass das Wadenbein um so schwächer ist, je mehr sich der vordere und obere Theil des Schienbeins entwickelt [2]). Aber schon bei den Makis zeigt dieser Knochen ein Streben sich mit dem Schienbein zu verschmelzen. Bei dem Gespenstaffen (*Tarsius spectrum* Geoff.) ist es sehr schwach und kommt kaum der oberen Hälfte des Schienbeins gleich, dessen vordere Gräte sehr entwickelt ist. Bei den Roussetten ist das Wadenbein fadenförmig, z. B. bei der Mähnenrousette und der gemeinen Fledermaus (*Vespertilio murinus* Lin.) [3]). Es verschwindet bei der gemeinen Roussette (*Pteropus vulgaris* Et. Geoff.) und dem *Pteropus policephalus* Temm., aber erscheint wieder beim *Galeopithecus*, wo ein Sesambein aufsitzt, obgleich eine kleine Schienbeinkniescheibe vorhanden ist. P. Gervais hat bei *Vespertilio mystacinus* Leisl. der weder Ellenbogenbein noch Wadenbein besitzt, gefunden, dass beide während des Fötalzustandes vorhanden sind, wo sie durch einen bandartigen Faden dargestellt werden [4]). Diese beiden

---

1) Siehe S. 429.

2) Beispiele: Bär, Zibethkatze, Löwe, Tiger, Luchs, Tigerwolf, Rhinoceros, Nilpferd, Tapir etc. etc.

3) De Blainville, Ostéographie, Cheiroptère, pl. 2.

4) De la comparaison des membres chez les animaux vertébrés. (Mémoires de l'Académie de Montpellier, t. II, p. 225; 1853, und Théorie du squelette humain, p. 154; 1856).

Knochen sind also immer in dem Plan des Skeletts, verschmelzen aber mehr oder weniger mit der Speiche oder dem Schienbein.

Bei den Insektenfressern ist das Wadenbein oft frei, zuweilen aber vereinigt es sich in seinen zwei unteren Dritttheilen wie beim Igel, oder in seinen drei unteren Viertheilen, Beispiele: der Maulwurf, der Desman, die indische Spitzmaus, der Makroescelides von Rozet [1]). Beim Maulwurf ist das Ellenbogenbein getrennt; verschmolzen wie das Wadenbein ist es beim Igel, aber hauptsächlich bei den Nagern finden wir alle möglichen Formen und Verbindungen. Bei den Murmelthieren und den Eichhörnchen sind das Wadenbein und das Ellenbogenbein beide vollständig und getrennt. Der Biber hat ein freies Ellenbogenbein, das Wadenbein aber ist in seinem untern Viertel verschmolzen. Beim Meerschweinchen sind Speiche und Ellenbogenbein durch eine knochige Platte verbunden; das Wadenbein vereinigt sich in seinem unteren Dritttheil mit dem Schienbein. Bei der Maus ist das Ellenbogenbein getrennt, das Wadenbein in seinen zwei untern Dritttheilen vom Schienbein absorbirt. In der Springmaus von Oran werden die beiden Knochen des Vorderarms durch eine Knochenplatte vereinigt; das fadenförmige Wadenbein verliert sich auf der Hälfte seiner Länge im Schienbein. Endlich beim *Lagotis criniger*, den ich im Cabinet der Facultät der Wissenschaften zu Montpellier studiren konnte, ist das Ellenbogenbein vollständig und frei, während das Wadenbein ganz und gar fehlt.

Wir haben bei mehreren Insektenfressern und Nagern gesehen, dass das Wadenbein eine Tendenz zeigt, sich mit dem Schienbein zu vereinigen und selbst mit ihm zu verschmelzen; bei allen Einhufern und Wiederkäuern werden wir nun beobachten, wie dieser Knochen noch kürzer wird, mehr und mehr verkümmert und selbst gänzlich wegfällt. Das Ellenbogenbein im Gegentheil verschwindet niemals gänzlich. Das Olecranon bleibt immer bestehen und ist um so entwickelter, je schwächer oder je mehr der Körper des Knochens von der Speiche absorbirt wird. Beim Dammhirsch ist das Wadenbein noch der Hälfte des Schienbeins gleich; beim Pferd und Esel dem Drittel; es ist überdies dünn, ver-

[1]) De Blainville, Ostéographie, Insectivores, pl. 2 und 3.

kümmert, zerbrechlich, spitz zulaufend, trägt mit Einem Worte alle Zeichen eines verkümmerten Knochens an sich. Beim Elenn beschränkt sich das Wadenbein auf einen Höcker, bei der Giraffe, dem Lama, dem Dromedar, dem Ochsen, der Ziege, der Hirschkuh, dem *Cervus Axis* ist es ganz verschwunden. Bei allen diesen Vierfüssern ist das Olecranon ungeheuer entwickelt.

Unter den Zoologen, welche das Wadenbein als den Repräsentanten des *ganzen* Ellenbogenbeins ansehen, haben Owen [1]) und nach ihm Paul Gervais [2]) grossen Nachdruck darauf gelegt, das bei gewissen Insektenfressern, Amphibien, Nagern, Zahnlosen, Beutel- und Kloaken-Thieren das Wadenbein mit dem Schenkelbein articulire [3]). Ohne Zweifel ist diese Articulation ein Zug mehr, den man der Analogie der beiden Knochen hinzufügen muss, aber sie erklärt uns nicht die Verbindung der Kniescheibe, des Homologon des Olecranons, mit dem Schienbein und die ausserordentliche Formähnlichkeit zwischen dem vorderen und oberen Theil des Schienbeins und dem hinteren und oberen des Ellenbogenbeins. Nun braucht man aber nur bei allen Säugethieren, Vögeln und Reptilien das Knie mit dem Ellenbogen zu vergleichen, um sich zu überzeugen, dass man die beiden symmetrischen Bilder eines ursprünglich identischen Knochenapparats vor sich hat. Spaziert man durch eine Skelettsammlung, so erhebt sich diese Ueberzeugung zur unumstösslichen Gewissheit. Die Gelenkverbindung des Wadenbeins mit dem Schenkelbein, verräth also ein Streben nach einer Spaltung des Schienbeins, welche nur bei den Beutelthieren, die mit einer Wadenbeinkniescheibe versehen sind, vor sich geht; aber diese im Vergleich zu der des Ellenbogenbeins mit dem Oberarmbein immer nur sehr kleine Gelenkverbindung, genügt nicht, den dünnen kniescheibelosen Kopf des Wadenbeins beim Menschen und bei den Monodelphen dem mit einem starken Olecranon versehenen Ellenbogen-

---

[1]) Principe d'ostéologie comparée, p. 356.

[2]) Théorie du squelette humain, p. 153.

[3]) Beispiele: Maulwurf, Igel, Seehund, Eichhörnchen, Meerschweinchen, Tatu, Opossum, Ornithorrhynchus.

bein gleich zu setzen, welches Olecranon das Hauptstück der Ellenbogengelenk-Verbindung bei allen übrigen Säugethieren bildet.

Nach der Analyse der vorigen Thatsachen, halte ich mich für berechtigt, folgende zwei Sätze aufzustellen, welche dieselben verknüpfen und zusammenfassen:

1) Der Kopf des Ellenbogenbeins, d. h. das Olecranon und die im oberen Dritttheil des Knochens auf dasselbe folgende Gräte, sind bei allen Land- und amphibischen Säugethieren vorhanden. Die ihm am Schienbein entsprechenden Theile, nämlich die Kniescheibe und die vordere Gräte des Knochens bis unter das Dritttheil desselben, sind gleichfalls constant.

2) Dagegen sind der Körper des Ellenbogenbeins oder genauer dieser Knochen ohne das Olecranon und die an dasselbe sich anschliessende Gräte nicht beständig; sie verkümmern oder verschmelzen in der Speiche. Das Wadenbein, welches genau diesem Theil des Ellenbogenbeinkörpers entspricht, verkümmert nicht nur und wird immer kürzer und dünner, sondern verschwindet sogar vollständig. Die vergleichende Knochenlehre der Insektenfresser, der Nager, der Wiederkäuer und der Einhufer zeigt uns also, dass Olecranon und Ellenbogenbeingräte beständig sind, gleichwie die Kniescheibe und der Kopf des Schienbeins; der Körper des Ellenbogenbeins unbeständig, veränderlich wie das ihm entsprechende Wadenbein. Diese Beweise zusammen mit den bereits so schlagenden, welche uns von den Phascolomen, den Phalangisten, den Dasyuren, den Opossa geliefert sind, wo das Schienbein der Speiche allein, das Wadenbein dem ganzen Ellenbogenbein entspricht, werden hoffentlich die vollkommene Homologie der Knochentheile des Vorderarms und des Beines in der Reihe der Säugethiere feststellen.

### III. Vergleichung des Fusses mit der Hand.

#### Vergleichung der Fusswurzel.

Der von Vicq-d'Azyr [1]) zwischen diesen beiden Theilen des Skeletts aufgestellte Vergleich hat fast alle Gelehrten überzeugt. Ich

[1]) Mémoire cité dans ceux de l'Académie des sciences, de Paris pour 1774, p. 262 und Oeuvres complètes, publiées par Moreau (de la Sarthe), t. IV, p. 326.

gebe ihn hier in tabellarischer Uebersicht, um das Verständniss zu erleichtern.

| Fusswurzel. | Handwurzel. |
|---|---|
| Sprungbein. | Mondbein nebst dem Kopf des Kopfbeins. |
| Fersenbein. | Pyramidenbein und Erbsenbein zusammen. |
| Schiffbein. | Kahnbein oder Schiffbein. |
| Erstes oder grosses Keilbein. | Trapezbein. |
| Zweites oder kleines Keilbein. | Trapezoidbein. |
| Drittes Keilbein. | Das Kopfbein ohne den Kopf. |
| Würfelbein. | Das Hakenbein. |

Ich kenne nur zwei Anatomen, welche diese Vergleiche nicht angegeben haben, der Eine davon ist Blainville [1]). Ohne seine Gründe anzugeben, vergleicht er das Schiffbein der Handwurzel mit dem Sprungbein der Fusswurzel und das Mondbein nebst Erbsenbein mit dem Fersenbein. Blandin [2]) hält dafür, dass das Schiffbein der Fusswurzel dem vereinigten Mondbein und Schiffbein der Handwurzel entspreche, das Sprungbein dem Pyramidenbein, weil für ihn das Schienbein das Ellenbogenbein repräsentirt und also das Pyramidenbein unter diesem Beine im Handgelenke steht, gleichwie das Sprungbein im Fussgelenke. Bei seiner Vergleichung der Glieder, bei welcher der Daumen nach *aussen*, dagegen die grosse Zehe nach *innen* sich befindet, denkt er sich eine Drehung der Handwurzel um das Kopfbein, welche den Daumen nach innen bringt und so die Aehnlichkeit der Hand mit dem Fuss wiederherstellt. Ich werde mich nicht bemühen, die Ungenauigkeit der Zusammenstellungen Blainville's und Blandin's zu beweisen; der Anblick einer Hand- und einer Fuss-Wurzel nebst der Assimilation der

---

[1]) Article Organisation des Mammifères, du Dictionnaire d'histoire naturelle de Deterville, t. XIX, p. 92; 1818.

[2]) Nouveaux éléments d'anatomie descriptive, t. I, p. 210; 1838.

Speiche mit dem Schienbein genügt, um Jeden davon zu überzeugen [1]).

Beim ersten Anblick verhindert allerdings die ungeheure Grössenverschiedenheit, in dem Erbsenbein den hintern Theil des Fersenbeins wieder zu erkennen; betrachtet man aber die Zeichnung, welche die Glieder des Wombat vorstellt, so wird man sehen, dass das Erbsenbein *p* (Fig. 13) vollkommen dem Fersenbein *c* in Fig. 12 gleicht.

Pyramidenbein und Erbsenbein der Handwurzel sind nicht die einzigen Knochen, welche bei ihrer Versetzung von der Hand- in die Fusswurzel eine verhältnissmässig so ausserordentliche Entwicklung nehmen, dass man Mühe hat ihre Homologie aufzufassen. Bei dem *Tarsius* und dem *Galago*, kleinen insektenfressenden Nachtlemuren, erreicht das Schiffbein Dimensionen, welche denen des Fersenbeins gleichkommen. Beide sind beinahe so lang wie die Knochen des Beines, so dass der Fuss dieser Thiere einem Vorderarm gleicht, der in eine Hand endigt. Bei den Känguruhs ist es das Würfelbein, welches sich gleichwie die beiden ihm entsprechenden Finger verlängert [2]). Endlich ist auch das Sprungbein des Ameisenigels viel stärker als sein Fersenbein [3]). Man erkennt in diesem Fall, wie immer in der vergleichenden Anatomie, dass die verhältnissmässige Grösse ähnlicher Theile von keiner Bedeutung ist; die Verbindungen allein bestimmen den Charakter der Organe.

Es scheint mir überflüssig, die Knochen der Mittelhand mit denen des Mittelfusses und die Finger mit den Zehen beim Menschen zu vergleichen, ohne in gar zu kleine Einzelheiten mich einzulassen, die dem Zweck dieser Abhandlung fremd sind. Die Analogie ist so in die Augen springend, dass man sie allgemein zugiebt und durch das Sprichwort ausdrückt: *pes altera manus.*

### IV. Vergleichung des Beckens und der Schulter.

Ich hatte anfänglich nicht im Sinn eine Vergleichung des Beckens und der Schulter aufzustellen, denn diese Apparate gehören nicht zu

[1]) Man wird mit Interesse die vergleichende Studie der Hand- und Fuss-Skelette lesen, welche Herr Dr. Gyraud-Teulon in der Gazette médicale von Paris veröffentlicht hat, t. IX, p. 67 und 80, 11. Februar 1854.

[2]) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée, 2iéme édit., t. I, p. 529.

[3]) Cuvier, Ostéologie des Monotrèmes, pl. XIII, Fig. 22.

den Extremitäten, sondern zu dem knöchernen Gürtel-System des Rumpfes, zum Rippen-System. Schon Alexander Monro [1]) beschrieb das Becken nach dem heiligen Bein, hierauf die Knochen der Schulter und dann erst die Extremitäten. Blainville [2]) assimilirt positiv die Schulter und das Becken den Rippen. Owen [3]) betrachtet Beide als Rippen-Fortsätze und unterscheidet sie in *pleurapophyses*, oder Stücke, die der verknöcherten Abtheilung beim Menschen entsprechen, nämlich: das Schulterblatt und das Darmbein, und in *hémapophyses* oder Stücke, welche der knorpeligen Abtheilung der Rippen entsprechen, nämlich: das Schlüsselbein und das Schambein, den Rabenfortsatz und das Sitzbein. Endlich hat Herr Paul Gervais [4]) neue Beweise zur Stütze dieser Ansicht beigebracht und gezeigt, dass Darmbein und Schulterblatt jedes wahrscheinlich zweien Rippen entsprechen. So ist denn allerdings festgestellt, dass Schulter und Becken zum Stamme gehören. Da aber die meisten Arm- und Schenkelmuskeln sich an die Schulter anheften und diese Anheftungen ein grosses Licht auf die Homologie der beiden Extremitäten werfen, so glaube ich eine umständlichere Vergleichung der Schulter und des Beckens beim Menschen geben zu müssen, als bisher geschehen.

Vicq-d'Azyr [5]), seinem System getreu, vergleicht das Darmbein einer Seite mit der Schulter der entgegengesetzten. Diese Methode führt ihn auf äusserst genaue Zusammenstellungen, wie sie es mathematisch beweisen werden. Ich gebe sie hier in synoptischer Weise wieder.

---

[1]) Traité d'ostéologie traduit par Sue; 1759.

[2]) Article Mammifères. (Dictionnaire d'histoire naturelle de Deterville, t. XIII p. 88; 1818).

[3]) Principes d'ostéologie comparée ou Recherches sur l'Archétype; 1855.

[4]) Théorie du squelette humain, p. 118; 1856 et Comparaison des membres dans les animaux vertébrés. (Mémoires de l'Académie de Montpellier, t. II, p. 253; 1853).

[5]) Mémoire cité, p. 258.

**Vergleichung des Beckens und der Schulter nach Vicq-d'Azyr.**

| Becken. | Schulter. |
|---|---|
| Oberer Ast des Schambeins. | Schlüsselbein. |
| Sitzbein. | Schulterhaken. |
| Gelenkpfannengrube. | Gelenkgrube des Schulterblatts. |
| Ausschnitt des Sitzbeins. | Schulterhakenausschnitt. |
| Oberer Rand (Kamm) des Darmbeins. | Innerer oder Spinalrand des Schulterblatts. |
| Vorderer Rand des Darmbeins. | Axillar- oder äusserer Rand. |
| Vordere obere Hervorragung (spina anter. super.). | Becken- oder unterer Winkel des Schulterblatts. |
| Höcker des Sitzbeins. | Nacken- oder oberer Winkel desselben. |
| Aeussere Darmbeingrube. | Obere Vertiefung (fossa supraspinata). |
| Innere Darmbeingrube. | Fossa subscapularis. |

Die übrigen Schriftsteller haben die Schulter mit dem Becken verglichen, ohne von der relativen Lage, in welche sie diese beiden Knochenapparate versetzten, vollkommene Rechenschaft zu geben. Sie beschränken sich auf theilweise oft sehr richtige Vergleichungen, die aber im Geiste nicht das Bild einer Gesammtvergleichung zurücklassen.

Blainville [1]) verglich das Schulterblatt mit dem Hüftbein und das Schlüsselbein mit dem Schambein; aber für ihn fand das Sitzbein sein Homologon in dem Vförmigen Beine der Vögel, der Reptilien und einiger ihnen nahe stehenden Säugethiere; doch weiss ich von Dr. Gratiolet, seinem letzten Gehülfen, dass er diese Meinung aufgegeben hatte.

Meckel [2]) erkennt das Schulterblatt im Darmbein wieder, aber nach ihm wäre der äussere Theil des Schambeins der Rabenfortsatz, der innere der Sternaltheil des Schlüsselbeins, während seine

---

[1]) Manuel d'anatomie, t. I, p. 774.

[2]) Article cité, p. 90.

Schulterhöhenhälfte dem aufsteigenden Aste des Sitzbeins entspric
Der Höcker dieses Knochens wäre durch die Schulterhöhe selbst rep
sentirt.

Alle andern Schriftsteller, welche ich zu Rathe gezogen, Gerdy[1]
Bourgery [2]), Blandin [3]), Flourens [4]) und Cruveilhier[5]
stimmen ganz mit Vicq-d'Azyr überein, nur vergleichen s
nicht die Schulter der Einen Seite mit dem Becken der entgeg
gesetzten. Aber wenn sie auch die ähnlichen Theile angaben, hab
sie doch nicht strenge genug die Symmetrie der beiden Systeme
Bezug auf eine auf dem Lendentheil der Wirbelsäule senkrechte
telebene festgestellt, eine Ebene, auf die man idealiter die Kopfhä
und die Beckenhälfte der Wirbelthiere projicirt.

Die Vergleichung, wie ich sie auffasse, muss folgendermassen
gestellt werden: Ein Säugethier besteht aus zwei symmetrisch
seitlichen Hälften, mit Beziehung auf eine verticale Ebene, we
durch die Wirbelsäule und das Brustbein geht. Diese Symmetri
selbst für Laien-Augen einleuchtend. Denken wir uns aber e
andere auf die Wirbelsäule senkrechte Ebene, unterhalb der falsch
Rippen, so finden wir, dass bei allen Säugethieren, ausser
Walen, die ober- und unterhalb gelegenen Theile nicht der F
aber der Lage nach symmetrisch sind. Es ist also eine zweiseit
Symmetrie der Lage und Form in wagerechter Richtung vorh
den, eine Symmetrie der Lage allein in senkrechter Richtung. D
zweiseitige Symmetrie springt Jedermann in die Augen; damit
Symmetrie oder, besser gesagt, die Wiederholung der Skelettheil
des Menschen von unten nach oben auch den Anatomen ebenso
leuchte, muss man die Arme längs des Kopfes vertical erheben:
dann sind die oberen Glieder mit Beziehung auf die unteren sym

---

1) Note sur le parallèle des os. (Bulletin de Férussac, Sciences médic
t. XVI, p. 372; 1829).

2) Traité complet de l'anatomie de l'homme, t. I, p. 107.

3) Nouveaux éléments d'anatomie descriptive, t. I, p. 107.

4) Sur le parallèle des extrémités. (Annales des sciences naturelles, 2e Sé
t. X, p. 39; 1838).

5) Traité d'anatomie descriptive, t. I, p. 337.

trisch gelegen, — der Hals entspricht dem Schwanz, die Schulter dem Becken. Wenn die Arme vertical erhoben sind, so muss man sie sich natürlich an einer gleichfalls, aber nicht mechanisch, sondern idealiter redressirten Schulter angeheftet denken; denn wenn man die Schulter wirklich mechanisch redressirt, so kommt die untere Schulterblattgrube nach aussen, die Gräte und die Schulterhöhe nach innen, was jede Aehnlichkeit aufhebt und alle Verwandtschaften umstürzt. Man muss also die Schulter geometrisch redressiren, und diese Vorstellungsweise verwirklicht man vollständig, wenn man unter das Schulterblatt eines Skeletts einen Spiegel hält; das Spiegelbild ist dann symmetrisch mit dem wirklichen Schulterblatt. Mit diesem Spiegelbild muss man das Darmbein vergleichen. Dieses Spiegelbild ist die Repräsentation eines *möglichen,* idealen Schulterblatts, welches die Natur nicht ausgeführt hat, von welchem aber das wirkliche Schulterblatt die symmetrische Verwirklichung ist. Lässt man bei diesem Experiment die Arme des Skeletts an dem Körper herunterhängen, so redressirt sie der Spiegel gleichfalls und zeigt sie uns in der idealen Lage eines *symmetrischen* Säugethiers, bei dem alle Organe oberhalb und unterhalb einer wagerechten Ebene sich wiederholen. Wir sehen nun auch, warum die Gesammtvergleichung Vicq-d'Azyr's ganz genau ist. In der That ist die linke Schulter mit der rechten symmetrisch; wenn er also die *linke* Schulter dem *rechten* Darmbein verglich, so verglich er unbewusst dieses Darmbein einem über dem wirklichen Schulterblatt ideal redressirten Schulterblatte, dessen symmetrisches Bild es ist.

Hat der Leser das Experiment mit dem Spiegel gemacht, so kann er die Schulter einer Seite und zwar *umgekehrt* über ein Darmbein der andern Seite halten; oder auch, was auf das Gleiche herauskommt, links vor sich ein Darmbein der rechten Seite, rechts eine umgekehrte Schulter derselben Seite legen: die äusseren Flächen der beiden Knochen werden sich gegenüber stehen und in dieser Lage von dem zwischen ihnen befindlichen Zuschauer betrachtet werden. Die Aehnlichkeiten werden alsdann einleuchten. Die Cavitas glenoidea befindet sich in derselben Richtung wie die Pfannengrube; der untere Winkel des Schulterblatts ist oben, der Nackenrand unten; der Axillarrand

entspricht dem Inguinal- oder vorderen Rand des Beckens, der Spinalrand der Darmbeincrista, der Cervicalrand dem Sitzbeinausschnitt, welcher durch den Schulterhakenausschnitt repräsentirt wird. Der untere Winkel des Schulterblatts, zum oberen geworden, entspricht der vorderen und oberen Darmbeingräte; sein Cervicalwinkel dem Darmbeinhöcker. Die fovea subscapularis ist das Analogon der innern Darmbeingrube, die obere Vertiefung, das Analogon der äusseren Darmbeingrube. Die untere Vertiefung das Analogon der vorderen Vertiefung, die der kleine Gesässmuskel ausfüllt; der Rabenschnabelfortsatz ist das Sitzbein; das Schlüsselbein das Schambein. Die Gräte des Schulterblattes und die Schulterhöhe haben keine Repräsentanten im Becken.

Wir müssen jetzt diese Deutungen rechtfertigen und verfolgen deshalb zuerst vergleichungsweise von vorn nach hinten die Crista des Darmbeins von der vordern und obern Gräte an, und den Spinalrand des Schulterblattes vom untern Winkel an, der zum obern dieses Knochens geworden ist. Die beiden Ränder sind gekrümmt und entsprechen einer oberflächlichen Vertiefung, welche der kleine Gesässmuskel an der Hüfte und der infraspinatus an der Schulter ausfüllt, dann wird die Crista des Darmbeins dicker und bildet eine Art nach aussen geneigter Fläche; diese Fläche entspricht der dreieckigen Fläche, mit welcher der Schulterkamm am Spinalrand dieses Knochens beginnt: hinter dieser Fläche setzt sich die Crista des Darmbeins fort, wie der Spinalrand des Schulterblatts; der eine begrenzt die obere Vertiefung (fossa supraspinata), der andere die äussere Darmbeingrube. Endlich entspricht der Nackenwinkel des Schulterblatts demjenigen des Darmbeins, welcher mit dem Heiligenbein articulirt. Man wirft vielleicht ein, dass der supraspinatus, welcher Muskel kleiner ist als der infraspinatus, besser dem kleinen als dem mittleren Gesässmuskel entspricht. Das Prinzip der Verbindungen lehrt uns das Gegentheil. Der mittlere Gesässmuskel steht zum Darmbeinausschnitt in demselben Verhältniss wie der supraspinatus zum Schulterhakenausschnitt. Indem es zum Darmbein wird, hat sich das Schulterblatt der Quere nach erweitert, und diese Erweiterung findet hauptsächlich an der obern Vertiefung (fossa supraspinata) statt. Bei den Thieren ist die untere Vertiefung

nicht immer grösser als die obere. Bei dem Löwen, dem Leoparden, dem Luchse, dem Fuchse, der Zibethkatze, dem Dachse, dem Erdschweine (Orycteropus) sind die beiden Vertiefungen gleich. Die obere Vertiefung ist merklich grösser als die untere, bei den Seehunden, bei dem Corsac (Canis corsac. L.), dem Marder (Mustela Martes L.), dem Serval, dem Murmelthier, dem Ai, dem Pangolin, dem Megatherium und dem Beuteldachse (Perameles) mit spitziger Schnauze. Bei den Lamantinen ist die obere Vertiefung dreimal grösser als die untere.

So ist denn dieser aus der grösseren Entwicklung der unteren Vertiefung (fossa infraspinata) und dem sie ausfüllenden Muskel beim Menschen hergenommene Beweis werthlos, obgleich er die Antropotomen getäuscht hat, welche sämmtlich den mittleren Gesässmuskel dem infraspinatus und den kleinen Gesässmuskel dem supraspinatus vergleichen.

Der Kamm des Schulterblattes und die Schulterhöhe beschränken sich beim Darmbein auf jene Erhöhung, welche von der dreiseitigen Fläche, von der wir gesprochen haben, ausgeht, an der Gelenkpfanne endigt und den kleineren vom mittleren Gesässmuskel trennt, gleichwie der Kamm des Schulterblatts bis zur Cavitas glenoidea läuft und den infraspinatus vom supraspinatus trennt. Wer mit der vergleichenden Anatomie vertraut ist, wird in dieser Ersetzung eines Kammes durch einen Vorsprung nichts Auffallendes finden; der Muskeleindruck des deltoideus beim Menschen und dem Affen wird ein Kamm am Oberarmbein des Seehunds, des Adlers, des Kaimans (*d* Fig. 9) und des Ochsen. Uebrigens sind der Kamm des Schulterblatts und die Schulterhöhe keine beständigen Organe; die Schulterhöhe ist nicht vorhanden beim Schweine, beim Pekari, beim Pferde und beim Pangolin. Beim Elephanten ist sie kaum angedeutet und wird durch eine dreieckige Verlängerung des Kammes ersetzt, welche bis über die untere Vertiefung hinaufreicht. Beim Seehund und dem Lamantin verschwindet der Kamm nebst dem Schulterhakenfortsatz beinahe gänzlich; die Schulterhöhe beschränkt sich auf einen wenig vorspringenden Höcker. Endlich, bei den Delphinen, dem Narwal, den Wallfischen, dem Rorqual und dem Hyperodon findet sich

nicht die geringste Spur mehr von einem Schulterblattkamm, die Oberfläche des Knochens ist vollkommen glatt.

Das Becken und die Schulter der Kloakenthiere gleichen sich dermassen, dass das eine nur eine Wiederholung des andern zu sein scheint. Auch beim Ameisenigel [1]) wird der Schulterblattkamm durch einen schwach angedeuteten Vorsprung repräsentirt, welcher vom Spinalrand des Knochens aus gegen die cavitas glenoidea streicht. Beim Ornithorrhynchus [2]), einem amphibischen Thier, verschwindet selbst dieser Vorsprung und das Schulterblatt ist vollkommen glatt. Die Verschwindung der Schulterhöhe am Darmbein soll also nicht überraschen; das Schulterblatt, ein dünner in Fleisch aufgehangener Knochen, ist zu einem massigen Gürtel geworden, welcher sich auf Kosten des absorbirten Organs erweitert und verdickt hat.

Ich glaube die übrigen Vergleichungen zwischen Schulter und Becken, welche ich aufgestellt habe, nicht weiter rechtfertigen zu müssen. Sie springen, so zu sagen, in die Augen, wenn man ein Darmbein einer *umgekehrten* Schulter gegenüber hält. Die Muskelanheftungen bestätigen dieselben übrigens in auffallender Weise. Der lange Abschnitt des dreiköpfigen Schenkelmuskels heftet sich *über* der Gelenkpfanne an, gleichwie der lange Abschnitt des dreiköpfigen Armmuskels sich dann gleichfalls *über* der cavitas glenoidea anheftet. Der infrascapularis entspricht dem innern Darmbeinmuskel. Der supraspinatus bedeckt den Schulterhakenausschnitt, gleichwie der mittlere Gesässmuskel den Darmbeinausschnitt etc. Der einzige Hauptunterschied zwischen den beiden Knochen ist die Lageveränderung des Schlüsselbeingelenkes. Da die Schulterhöhe verschwunden ist, so wurde das äussere Ende dieses Strebebogens von der Schulterhöhe nach der innern Fläche der Gelenkpfanne verlegt; seine Dicke ist auf Kosten seiner Länge vergrössert worden und bildet den wagerechten Ast des Schambeins. Bei den Kloakenthieren, wo Becken und Schultern sich viel

---

[1]) Cuvier, Sur l'ostéologie des Monotrèmes, Recherches sur les ossements fossiles, t. V, 1re part., p. 143, pl. XIII, Fig. 1 und 6.

[2]) Ibid. pl. XIV, Fig. 1 und 6.

mehr gleichen als bei den übrigen Säugethieren [1]), stützt sich das Gabelbein, Analogon des Schlüsselbeins, auf den vorderen Rand des Schulterblattes, welcher sich als zu einem unmittelbar über und innerhalb der cavitas glenoidea gelegenen Fortsatze verlängert: es ist dies eine der des wagerechten Schambeinastes ähnliche Lage; ja, indem sich Schulterkamm und Schulterhöhe beim Ameisenigel, wie wir gesehen haben, auf einen wenig bemerkbaren Vorsprung beschränken, welcher beim Ornithorrhynchus verschwindet, so ist die Aehnlichkeit der beiden Knochengürtel einleuchtend. Was Lage und Gestalt betrifft, so wiederholt der Sitzbeinhöcker vollständig den Schulterhaken, der Raum zwischen diesem Fortsatz und der cavitas glenoidea entspricht dem foramen obturatorium (Unterschambeinloch, verschlossenes Loch); aber beim Becken setzt sich der Schulterhaken bis zum Schambein fort, unter dem Namen des aufsteigenden Sitzbeinastes. Der Knorpel der Schambein-Symphyse ist das Analogon des Beckenbrustbeins, welches bei den Säugethieren verschwindet, beim Krokodil aber und den übrigen Reptilien zur Entwicklung kommt. Kurz, die Homologie der Schulter und des Beckens scheint mir vollständig. Ein massiger Knochengürtel, an die Wirbelsäule angeschweisst, hat sich umgekehrt und in einen leichten, beweglichen, in Fleisch aufgehangenen Apparat umgewandelt; einige Theile haben sich verlängert und verdünnt; der wagerechte Schambeinast ist zum Schlüsselbein geworden, die vordere Darmbeingrube zur unteren Vertiefung; die hervorspringende Linie, welche die beiden äussern Darmbeingruben trennt, hat sich zu einem scharfen Knochenkamm entwickelt. Anderseits hat sich, nach dem Gesetz vom Gleichgewicht der Organe, der aufsteigende Sitzbeinast nicht entwickelt; nur der Schulterhaken, der Sitzhöcker im Kleinen, ist geblieben. Im Grunde sind die Materialien, welche die beiden Apparate zusammensetzen, die nämlichen, und für diejenigen Naturforscher, welche die Verrichtungsanpassungen zulassen, ist die Schulter des Menschen ein leichter gewordenes Becken, beweglich wie das Glied dem es zugehört.

---

[1]) Cuvier, Sur l'ostéologie des Monotrèmes, p. 143, pl. XIII, Fig. 21, und pl. XIV, Fig. 5.

## V. Vergleichung der Muskeln des Becken- und des Brustgliedes beim Menschen.

Alle Muskeln des Schenkels und des Beines im Arm und im Vorderarm wiederfinden zu wollen, ist ein vergebliches Bemühen. Ihre Zahl ist nicht die gleiche; man zählt deren 21 am Schenkel und nur 13 am Arme. An unläugbar homologen Fortsätzen, wie dem Schulterhaken und dem Sitzbein, findet man, dass am ersteren drei, am zweiten sieben Muskeln sich anheften. Vielleicht gelangt die vergleichende Muskellehre einmal dahin, zu jedem dieser Muskeln seinen Homologen zu entdecken; Theilungen, Verwachsungen, Verkümmerungen verhüllen uns wahrscheinlich manche Aehnlichkeiten. Ich begnüge mich, einige davon anzugeben, will aber erst die von den Schriftstellern angestellten Vergleichungen besprechen.

Ich gebe hier zuerst die Zusammenstellung von Vicq-d'Azyr [1]). Bei dieser Vergleichung hat er sich mehr mit den Verrichtungen als mit den Verbindungen beschäftigt und ganz unmögliche Versetzungen angenommen.

**Die Muskeln des Brustgliedes, verglichen mit denen des Bauchgliedes, nach Vicq-d'Azyr.**

| Bauchglied. | Brustglied. |
|---|---|
| Schenkel. | Arm. |
| Grosser Gesässmuskel. | Deltaförmiger Muskel. |
| Psoas- und Darmbeinmuskel. | Subscapularis. |
| Mittlerer und kleiner Gesässmuskel. | Infraspinatus. |
| Viereckiger Muskel und Zwillingsmuskeln. | Supraspinatus. |
| Die anziehenden Muskeln. | Grosser Brustmuskel. |
| Der Kammmuskel. | Kleiner Brustmuskel. |
| Der Spannmuskel der fascia lata. | Grosser Rückenmuskel. |

[1]) Mémoire cité, dans ceux de l'Académie des sciences, pour 1774, p. 264.

| Bein. | Vorderarm. |
|---|---|
| Dreiköpfiger Schenkelmuskel. | Dreiköpfiger Armmuskel. |
| Zweiköpfiger. | Zweiköpfiger. |
| Halbfleischiger. | Durchbohrter Muskel (coraco-brachialis). |
| Schenkelmuskel. [?] | Vorderer Armmuskel. [?] |
| Kniekehlmuskel. [?] | Anconaeus. [?] |
| Hinterer Schienbeinmuskel. [?] | Vorderer Ellenbogenmuskel. [?] |
| Vorderer Schienbeinmuskel. [?] | Hinterer Ellenbogenmuskel. [?] |
| Wadenbeinmuskeln. [?] | Speichenmuskeln. [?] |
| Langgeschwänzter Muskel (plantaris). | Langer Spannmuskel der Hand (palmaris longus). |

Viçq-d'Azyr hatte, wie man sieht, die Analogie einer gewissen Anzahl von Muskeln vollkommen erkannt; aber aus Gründen die jeder Anatom verstehen wird, vermag ich nicht mit Vicq-d'Azyr in dem mittleren und kleinen Gesässmuskel zusammen den infraspinatus zu erkennen; ebensowenig den supraspinatus in dem viereckigen und den Zwillingsmuskeln; den kleinen Brustmuskel in dem Kammmuskel; den grossen Rückenmuskel in dem Spannmuskel der Schenkelbinde, auch nicht den zweiköpfigen Armmuskel im zweiköpfigen Schenkelmuskel; der erste heftet sich oberhalb über der cavitas glenoidea am Schulterhakenfortsatz an, der zweite sollte sich unterhalb der Gelenkpfannengrube und am Sitzbein anheften. Nun heftet er sich allerdings mit seinem langen Abschnitt an's Sitzbein, aber mit dem kurzen an den untern Theil des Schenkelbeins an. Nach unten heftet sich der zweiköpfige Armmuskel an die Speiche, der zweiköpfige Schenkelmuskel an den Wadenbeinkopf, welcher der vom kronenförmigen Fortsatz repräsentirte Theil des Ellenbogenbeins ist; nun heftet sich aber hier der vordere Armmuskel an, welcher das eigentliche Homologon des kurzen Abschnitts des zweiköpfigen Schenkelmuskels ist. Sein langer Abschnitt entspricht dem durchbohrten Muskel (coraco-brachialis). Nur mit Zweifel assimilirt Vicq-d'Azyr den vorderen Armmuskel dem vorderen Beinmuskel, den anconaeus dem Kniekehlmuskel, den vorderen Ellenbogenmuskel dem hintern Schienbeinmuskel, und den hintern Ellenbogenmuskel dem

vordern Schienbeinmuskel. Hätte er die Verrichtungen der Muskeln nicht in Anschlag gebracht, so hätten sie ihn nicht irre geführt, wie es Allen gehen wird, welche diesem trügerischen Leitstern folgen. Die Verrichtungen sind die Folge, nicht der Zweck; die Gesetze, nach welchen sich die Organe entwickeln, beherrschen die functionellen Anpassungen, und bestimmen sie; daher die ungleiche Vollkommenheit der Verrichtung, welche mehr oder weniger gut in dem ihr von den Gesetzen des organischen Gleichgewichts gezogenen Kreise vor sich geht.

Die Schriftsteller welche seit Vicq-d'Azyr die Glieder, des menschlichen Skeletts mit einander verglichen haben, haben keine genaue Vergleichung der Muskeln angestellt. Als Beweis der Richtigkeit ihrer Vergleiche haben sie sich darauf beschränkt, einige Muskelanheftungen anzuführen, und dies sind im Allgemeinen Muskeln wie der dreiköpfige, die Gesässmuskeln etc., deren Analogie auf der Hand liegt. Doch sieht Gerdy [1]) den Schneidermuskel des Schenkels in dem grösseren rundlichen Muskel der Schulter ohne diese Zusammenstellung zu rechtfertigen [2]). Blandin [3]), der das Ellenbogenbein in Schienbein wiederzuerkennen glaubt, stützt sich darauf, dass der lange Beuger der Finger ein *Ellenbogen*-Phalangen- und der lange Beuger der Zehen ein *Schienbein*-Phalangen-Muskel ist; der eigentliche Beuger des Daumens, ein *Speiche*-Phalangen-, der der grossen Zehe ein *Wadenbein*-Phalangen-Muskel. Wir werden in unserm Vergleich diese scheinbaren Widersprüche erklären, uns aber mehr als je vom Princip der Connexionen leiten lassen; für die Muskeln sind diese Connexionen ihre Anheftungsstellen, und diese charakterisiren sie ganz abgesehen von ihren Verrichtungen. Wir werden uns nie darum bekümmern, ob ein Muskel aussen oder innen am Glied liegt, Beuger oder Strecker, Vorwärts- oder Rückwärtsdreher ist; für uns wird der innere Knopf des Schenkelbeins der Schenkel-Schienbein-Knorren sein, welcher dem Speichenknopf des Oberarmbeins entspricht; der äussere Schenkelknopf

---

1) Note citée, p. 50.

2) Der grössere rundliche Muskel des Schulterplattes entspricht eher dem *Tensor fasciae latae.*

3) Nouveaux éléments d'anatomie, t. I, p. 208.

der Schenkel-Wadenbein-Knorren, welcher der Ellenbogenbeinrolle des Oberarmbeins entspricht.

Die folgende Tafel stellt sämmtliche *vergleichbare* Muskeln der obern und untern Extremitäten einander gegenüber. Die *homologen* Muskeln (siehe S. 461) sind mit einem Sternchen bezeichnet, und die Anheftungsstellen, die in zwei sonst analogen Muskeln nicht analog sind, mit gesperrter Schrift gedruckt.

**Tafel der Muskeln des Beckengliedes, verglichen mit denen des Brustgliedes beim Menschen.**

| Schenkel. | Arm. |
|---|---|
| Grosser Gesässmuskel (iléo-sacro-fémoral). | Deltaförmiger Schulterblattmuskel (sous-acromio-huméral). |
| * Mittlerer Gesässmuskel (iléo-trochantérien). | * Supraspinatus (petit scapulo-trochitérien). |
| * Kleiner Gesässmuskel (petit iléo-trochantérien). | * Infraspinatus (scapulo-trochitérien). |
| Kammmuskel (pubio-fémoral). | Schlüsselbeintheil des grossen Brustmuskels. |
| Kleiner und mittlerer Anzieher (pubio-fémoral). | Brustbeintheil des grossen Brustmuskels (sterno-huméral). |
| * Der lange Kopf des Zweiköpfigen. | * Durchbohrter Muskel. |
| * Dreiköpfiger (tri-iléo-fémoro-rotulien). | * Dreiköpfiger (tri-scapulo-humérolécranien). |
| * Kurzer Kopf des Zweiköpfigen (fémoro péronien). | * Vorderer Armmuskel (humérocubital). |
| Halbhäutiger (ischio-popliti-tibial). | Zweiköpfiger (scapulo-coraco-brachial). |
| Halbflechsiger (ischio prétibial). | |

Beugungsfläche.

| Bein. | Vorderarm. |
|---|---|
| * Kniekehlmuskel (fémoro-poplitibial). | * Runder Vorwärtsdreher (épitrochlo-radial). |
| * Aeusserer Zwillingsmuskel (du condyle péronien au calcanéum). | * Vorderer Ellenbogenmuskel (épitrochlo-pisien). |
| ? Innerer Zwilling (du condyle tibial au calcanéum). | ? Langer Rückwärtsdreher (épicondylo-radial). |

| | |
|---|---|
| * Langgeschwänzter (du condyle péronien au calcanéum). | * Langer Spannmuskel der Hand (épitrochlo-palmaire). |
| Langer, gemeinsamer Beuger der Zehen (tibio-sous-phalangettien commun). | Langer, gemeinsamer Beuger der Finger (cubito-sous-phalangettien commun). |
| Langer Beuger der grossen Zehe (péronéo-sous-phalangettien commun). | Langer Beuger des Daumens (radio-sous-phalangettien du pouce). |
| Kurzer, gemeinsamer Beuger der Zehen (calcanéo-phalanginien-commun). | Kurzer, gemeinsamer Beuger der Finger (épitrochlo-sous-phalanginien-commun). |
| Hinterer Schienbeinmuskel (tibio-péronéo-soustarsien). | Innerer Speichemuskel (épitrochlo-métacarpien). |

Streckfläche.

| | |
|---|---|
| Kniescheibenband (pré-tibio-rotulien). | Anconaeus (épicondylo-cubito-olécranien). |
| Gemeinschaftlicher Strecker der Zehen (péronéo-sus-phalangettien commun). | Gemeinschaftlicher Strecker der Finger (épicondylo-sus-phalangettien commun). |
| * Langer Strecker der grossen Zehe (péronéo-sus-phalangettien du gros orteil). | * Langer Strecker des Daumens (cubito-sus-phalangettien du pouce). |
| * Kurzer Wadenmuskel (grand péronéo-métatarsien). | * Hinterer Ellenbogenmuskel (cubito-sus-métacarpien). |
| Vorderer Schienbeinmuskel (tibio-sus-métatarsien). | Kurzer, äusserer Speichenmuskel (épicondylo-sus-métatarsien). |
| Fuss. | Hand. |
| Anzieher der grossen Zehe (calcanéo-phalangien). | Kurzer Abzieher des Daumens (scapho-phalangien). |
| * Schiefer Abzieher der grossen Zehe (métatarso-phalangien). | * Anzieher des Daumens (métacarpo-phalangien). |
| Kurzer Beuger der grossen Zehe (cunei-phalangien). | Kurzer Beuger des Daumens (trapézo-phalangien). |
| * Anzieher der kleinen Zehe (calcanéo-phalangien). | * Anzieher des kleinen Fingers (pisi-phalangien). |

| Fuss. | Hand. |
|---|---|
| Kurzer Beuger der kleinen Zehe (métatarso-phalangien). | Kurzer Beuger des kleinen Fingers (unci-phalangien). |
| * Regenwurmförmige Muskeln (planti-phalangiens). | * Regenwurmförmige Muskeln (palmi-phalangiens). |
| * Zwischenmuskeln (métatarso-phalangiens). | * Zwischenmuskeln (métacarpo-phalangiens). |

Die Vergleichung der Muskeln der oberen Glieder mit denen des unteren Gliedes beim Menschen, giebt zu einigen interessanten Betrachtungen Veranlassung. Man erkennt sofort das Vorhandensein einer gewissen Anzahl von Muskeln, die sich wiederholen, dieselben Anheftungsstellen haben und folglich *homolog* [1]) im strengen Sinne des Wortes sind. Am Schenkel und am Arm bemerkt man: den mittleren Gasässmuskel und den supraspinatus, den kleinen Gesässmuskel und den infraspinatus, den innern Darmbeinmuskel und den sub-scapularis, den langen Kopf des zweiköpfigen Schenkelmuskels und den durchbohrten Muskel, die beiden Dreiköpfigen, den kurzen Kopf des zweiköpfigen Schenkelmuskels und den vorderen Armmuskel; am Bein und am Vorderarm den Kniekehlmuskel und den rundlichen Vorwärtsdreher, den äusseren Zwilling und den vorderen Ellenbogenmuskel, den langgeschwänzten Muskel und den langen Spannmuskel, den kurzen Wadenbeinmuskel und den hintern Ellenbogenmuskel, den langen Strecker der grossen Zehe und den langen Strecker des Daumens; am Fuss und an der Hand, den schiefen Abzieher der grossen Zehe und den Anzieher des Daumens, den Abzieher der kleinen Zehe und den Anzieher des kleinen Fingers, die regenwurmförmigen und die Zwischenmuskeln. Diese Muskeln haben gleichzeitig dieselben Anheftungsstellen und dieselben Verrichtungen am obern und untern Gliede, nur werden die Vorwärts- und Rückwärtsdreher des Vorderarms einfache Beuger am Beine; die Abzieher des Fusses, Anzieher an der Hand, und umgekehrt.

Die zweite Klasse von Muskeln sind die *analogen,* d. h. Muskeln, bei welchen eine der Anheftungen homolog ist, die andere aber nicht.

---

[1]) Auf der Tafel mit einem * bezeichnet.

So der grosse Gesässmuskel und der deltaförmige: die obere Anheftung ist nicht homolog, denn der Kamm des Darmbeins entspricht nicht der Gräte und der Höhe des Schulterblattes; aber da diese Gräte verschwunden ist, so ist die Anheftung versetzt. Der Kammmuskel scheint mir dem Schlüsselbeintheile des grossen Brustmuskels zu entsprechen, namentlich durch seine Schambein-Anheftung. Das Brustbein ist nicht vorhanden und wird durch die Schambein-Symphyse ersetzt; und darum bin ich auch geneigt, den kleinen und den mittleren Anzieher mit dem Brustbeintheile des grossen Brustmuskels zu vergleichen. Nur mit Zaudern assimilire ich den halbhäutigen und den halbflechsigen zusammen dem zweiköpfigen Armmuskel; doch heftet sich der lange Kopf des zweiköpfigen Armmuskels an den Theil der cavitas glenoidea, welcher durch die Basis des Schulterhakenfortsatzes gebildet wird, und der kurze Kopf an das Ende des nämlichen Fortsatzes; der Halbflechsige und der Halbhäutige heften sich beide an den Sitzhöcker. Dies ist also eine Vereinigung der beiden Beckenanheftungen des Zweiköpfigen auf der Basis des Knochens, welcher den Schulterhakenfortsatz repräsentirt. Die untern Anheftungen sind homolog.

Für den innern Zwillingsmuskel und den langen Rückwärtsdreher sind die beiden oberen Anheftungen ähnlich, die untern aber nicht: doch halte ich diese beiden Muskeln für analog. Das Studium der meisten Beuger und Strecker der Finger und Zehen bekräftigt mich in diesem Gedanken; diese offenbar analogen Muskeln haben gleiche Unteranheftungen, aber nicht so die oberen, also umgekehrt wie bei den beiden Muskeln von denen wir reden. Für die Strecker oder Beuger der Finger findet bald eine seitliche Lageveränderung statt, d. h. der Muskel, welcher am Vorderarm sich an das Ellenbogenbein anheftet, wird sich beim Bein am Schienbein befestigen, und umgekehrt. Das schlagendste Beispiel in dieser Beziehung ist der *radio*-sous-phalangettien des Daumens, welcher am Beine ein *péronéo*-sous-phalangettien der grossen Zehe ist. Für diesen Muskel hat eine wirkliche Versetzung der oberen Anheftung statt. Der gemeinsame, lange Beuger der Zehen, mit seinem Analogon am Arme verglichen, scheint sich in demselben Fall zu befinden, weil er sich an's *Schienbein* und der gemeinsame Beuger der Finger an's *Ellenbogenbein* heftet. Wir

wissen aber, dass das obere Dritttheil der Wadenbeinhälfte des Schienbeins das Ellenbogenbein repräsentirt. Nun heftet sich aber gerade an diesem Stücke der fragliche Muskel an.

Die Verschiebung kann aber auch der Länge nach geschehen; so ist der *péronéo* - sus - phalangettien des Beines der *épicondylo* - sus-phalangettien des Vorderarms; der *calcanéo* - sous - phalanginien des Fusses, der *épitrochlo* - sous - phalanginien der Hand. Doch kann man unmöglich die Analogie in Bau und Verrichtungen dieser Muskeln verkennen, welchen auch der gemeine Gebrauch dieselben Namen beigelegt hat. Sie beweisen, dass die Anheftungspunkte nicht unveränderlich sind, und lehren uns, dass man den Muskelanheftungen keine übertriebene Wichtigkeit für die Bestimmung der entsprechenden Knochentheile beilegen muss, denn wir sehen zwei analoge Muskeln, den oberflächlichen Beuger der Finger und den kurzen Beuger der Zehen, den Einen an der Nebenrolle des Oberarmbeins, den Andern am Fersenbein sich anheften. Der innere Speichenmuskel und der kürzere, äussere Speichenmuskel scheinen mir am Arm den hintern und vordern Schienbeinmuskel zu wiederholen, obschon die Anheftungen nicht identisch sind. Wird man mir endlich gestatten, das Kniescheibenband dem Anconäus zu assimiliren, ich bin dazu um so mehr geneigt, da sich bei den Thieren Muskel - und Sehnen - Fasern beständig vertreten, auch heftet sich unterhalb der Anconäus gerade an jenem Ellenbogenkamm an, welcher den Kniescheibenkamm des Schienbeins so deutlich wiederholt; zweitens setzen sich die Muskelfasern des Anconäus in die des dreiköpfigen Armmuskels fort, gerade wie die Sehnenfasern des Bandes in die des dreiköpfigen Schenkelmuskels; drittens ist seine Anheftung am Nebenknorren durch das innere Kniescheibenband ersetzt; welches sich auf dem Schienbeinknorren des Schenkels ausbreitet, gleichwie die Sehne des Anconäus auf dem Nebenknorren des Oberarmbeins.

Zieht man nur das Muskelsystem des Menschen in Betrachtung, so giebt es eine Anzahl von Muskeln, welche ohne offenbare Analoga an den Becken- und Brust-Extremitäten sind. Am Arm der grosse Rückenmuskel und der grössere, rundliche Muskel; am Schenkel der birnförmige Muskel, die Zwillinge, der viereckige, die verschliessenden Muskeln, der Schneidermuskel, der Spannmuskel, der Schenkel-

binde und der innere, gerade; am Bein der inwendige Wadenmuskel und der lange Wadenbeinmuskel; am Vorderarm der viereckige Vorwärtsdreher, der erste Speichemuskel, der kurze Rückwärtsdreher, der lange Abzieher des Daumens, der kurze Strecker des Daumens, der Strecker des Zeigefingers und an der Hand einige Muskeln, die zum Daumen oder zu Einem Finger allein gehören.

Bleibt man auch nur bei der menschlichen Anatomie stehen, so ist, wie man sieht, die Zahl der Muskeln, die jeder Extremitäten-Abtheilung zukommt, und in der entsprechenden Abtheilung kein Analogon findet, ziemlich beschränkt. Wahrscheinlich liesse uns die vergleichende Anatomie die Analoga dieser Muskeln bei den Säugethieren oder selbst in den andern Wirbelthierklassen auffinden. Dr. Gratiolet beschäftigt sich mit dieser Aufgabe und wird ohne Zweifel zu den interessantesten und unerwartetsten Resultaten gelangen.

**Einfluss der Oberarmbeindrehung auf den Muskel-Apparat des Armes und des Vorderarmes.**

Ist die Drehung des Oberarmbeins keine Täuschung, ist die Natur in Gedanken virtualiter verfahren, wie ein Arbeiter verfahren würde, wenn er diesen ursprünglich geraden und dem Schenkelbein gleichen Knochen mechanisch gedreht hätte, so leuchtet ein, dass diese Drehung die Weichtheile aus ihrer Lage bringen musste, wie sie es mit den festen Theilen gethan. Wir müssen also im Muskelsysteme analoge Beweise mit denen finden, die wir im Knochensystem geschöpft haben, und dies ist wirklich der Fall.

Wir wissen, dass die Drehung des Oberarmbeins vorzüglich dessen untere Hälfte betrifft. Sie hat so Statt gefunden, als wenn man mit Einer Hand den Kopf des Oberarmbeins festgehalten und mit der Andern das untere Ende nach aussen gedreht hätte, so dass der innere Rand zum äussern wird und umgekehrt. Auch sind die Folgen der Drehung um so sichtbarer, je mehr man vom Knochenkopf gegen sein Ellenbogenbeinende herabsteigt.

Oben hat die Drehung nur der zweiköpfigen Rinne eine etwas schiefe Richtung von aussen nach innen gegeben und darum haben auch die Muskeln, welche sich an der Schulter und am Arm anheften, dieselbe Lage, dieselbe Richtung und dieselben mechanischen Wirkungen, wie ihre Homologe am Schenkel. Der deltaförmige Schulter-

blatt-Muskel ist ein Aufheber und ein Auswärtsdreher, wie der grosse Gesässmuskel; der supraspinatus und infraspinatus Auswärtsdreher, gleichwie der mittlere und kleine Gesässmuskel; der subscapularis der Einwärtsdreher, wie der Darmbeinmuskel. Aber an der Armbiegung hat die Drehung des Oberarmbeins alle Verhältnisse geändert. Die Beuger, die hinten am Schenkel waren, sind am Arm vorn; die Strecker, welche vor den beiden Knochen des Beines waren, sind hinter denen des Vorderarmes; ebenso sind die äussern Muskeln zu innern geworden und umgekehrt; Alles eine Folge der Umdrehung um 180 Grade, welche der Vorderarm und die Hand durch die Oberarmbeindrehung erlitten haben. Beispiele: Der *äussere* Zwillingsmuskel, welcher sich über dem *Wadenbein-Knorren* des Schenkels anheftet, wird durch den vordern Ellenbogenbeinmuskel repräsentirt, einen Muskel der *inneren* Seite des Armes, welcher sich an die *Nebenrolle* anheftet. Ebenso entspricht der Kniekehlmuskel, welcher sich vom *äusseren* Knorren des Schenkels zum Schienbein erstreckt, dem rundlichen Vorwärtsdreher, (*épitrochlo-radial*), welcher sich von *innen* nach aussen wendet. Geht man die Tabelle der analogen Muskeln des Armes und des Beines durch, so wird man noch andere Beispiele dieser Art finden, nämlich. der kurze Wadenbeinmuskel und der hintere Ellenbogenmuskel, der lange Strecker der grossen Zehe und der entsprechende Muskel des Daumens. An der Hand bestätigt man dieselben Veränderungen, weil die grosse Zehe am Fusse nach innen, der Daumen an der Hand nach aussen sich befindet. So hat uns denn das Muskelsystem die Wirklichkeit diese Drehung *a posteriori* bestätigt, einer Drehung, von der die Natur dem Oberarmbein die Spuren aufgedrückt hat, gleichsam um uns den ebenso einfachen als rationellen Weg zu offenbaren, auf dem sie das Beckenglied in ein Brustglied verwandelt.

## VI. Vergleichung der Arterien und der Nerven des Beckengliedes und des Brustgliedes beim Menschen.

### Vergleichung der Arterien.

Vicq-d'Azyr [1]) hat eine vortreffliche Vergleichung der Schulter- und Becken-Arterien gegeben und auf die Analogie der Schenkelarterie

1) Mémoire cité p. 268.

innerhalb der Kniekehle mit der Armarterie der innern Seite des Ellenbogens hingewiesen. Aber er meint die Wadenbeinarterie entspreche der Speichenarterie, und die vordern und hintern Schienbeinarterien, den beiden Ellenbogen- und Zwischenknochen-Arterien des Vorderarms. Wir können diese Assimilationen nicht annehmen, die nur eine Folge der falschen, osteologischen Analogien sind, welche er zwischen der Speiche und dem Wadenbein, dem Ellenbogenbein und dem Schienbein wahrzunehmen glaubte.

Am obern Theile des Armes liegt die Armarterie wie die Schenkelarterie nach innen und vor dem Kopf des einzigen Knochens, welcher das Gerüste der ersten Brustgliedabtheilung bildet; aber die Schenkelarterie läuft um den Schenkel in dessen unterem Viertheil herum, begiebt sich *hinter* ihn zwischen seine Knorren, wo sie den Namen Kniekehlarterie annimmt. Da das Oberarmbein ein gedrehtes Schenkelbein ist, so hat seine Drehungsbewegung zur Folge gehabt, die Knorren nach vorn zu bringen und die Arterie mitzunehmen, welche sich nun nach *vorn* in der inneren Seite des Ellenbogens findet indem ihre Beziehungen zu den Knochentheilen dieselben bleiben. Die Speichenarterie entspricht der hintern Schienbeinarterie, die Ellenbogenarterie der Wadenbeinarterie, die Zwischenknochenarterien des Beins denen des Armes. Man könnte diese Analogien in den secundären Aesten studiren, mit Vicq-d'Azyr die innere Brustarterie mit der innern Bauchdeckenarterie, die Kranzschlagadern des Schenkels mit denen des Armes vergleichen u. s. w. und selbst die entsprechenden Aeste bis in die homologen, analogen oder diejenigen Muskeln verfolgen, welche am einen oder andern Gliede keinen Repräsentanten haben. Gewiss eine interessante Untersuchung. Ich will sie aber hier nicht anstellen und drücke nur den Wunsch aus, es möchte irgend ein junger Anatom sich dazu angespornt fühlen.

### Vergleichung der Nerven.

Vicq-d'Azyr hat zuerst darauf aufmerksam gemacht [1]), dass die Hautnerven des Brustgliedes von den oberen Halspaaren entspringen gleichwie der Schenkelnerv, der Hautstamm des Schenkels von den

[1]) Mémoire cité p. 269.

Lendennerven entspringt, welche über den Kreuznervenpaaren liegen. Die Muskelnerven entspringen im Gegentheil am Arm aus den letzten Halspaaren und dem ersten Rückenpaar, am Schenkel aus den Lendenpaaren und dem Kreuzlendenast; er vergleicht also den Schenkelnerv und seine Verzweigungen mit den beiden Hautnerven der oberen Extremität und den Hüftnervenstamm mit dem Mittelnerv, dem Ellenbogennerv und dem Speichennerv zusammen. Aber Vicq-d'Azyr hat nicht versucht, die sonderbaren Verschiedenheiten zu erklären, welche die Armnerven, verglichen mit den Schenkelnerven, darbieten; wir wollen es thun, und werden so durch einen dritten organischen Apparat den wichtigsten von allen, die Richtigkeit der Umwandlungsweise des untern Glieds in ein oberes, welche die Muskel- und Arterien-Systeme bereits bestätigt haben, bewahrheiten. Der Plexus der tiefen Nerven des Armes liegt zwischen dem Kopf des Oberarmbeins und dem Schulterhaken-Fortsatz, gleichwie der Hüftnervenstamm zwischen dem Schenkelkopf und dem Sitzbein; aber am Arm liegt dieser Plexus vor dem Knochenkopf; am Schenkel hinter demselben; am Arm befindet sich das Hauptnervenbündel nach innen und vor dem Glied, beim Schenkel hinten. Der Unterschied ist demnach grösser als für die Hauptschlagader, welche am Arm wie am Schenkel sich längs des Knochens von vorn nach innen am obern Theil ihres Verlaufs richtet, dann um den Schenkel nach hinten sich windet um Kniekehlarterie zu werden und um das Oberarmbein nach vorn und die Armbiegung zu erreichen. Diese Unterschiede sind nicht die einzigen [1]). Einer der Nervenstämme, der Hüftnerv am Schenkel, der Mittelnerv und der Ellenbogennerv am Arm befinden sich allerdings in der Beugungsfläche; die beiden andern Nerven, der vordere Schenkelnerv am Schenkel, der Speichennerv am Arm in der Streckfläche. Aber am Schenkel bleiben alle Hauptnerven in der Fläche wo sie sich ursprünglich befanden. Am Arm dagegen befolgen der Mittelnerv und der Ellenbogennerv dieses Gesetz, während der Speichennerv die innere Fläche vom obern Viertheil des Glieds an verlässt, sich nach aussen wendet, schneckenförmig um den Knochen läuft, seiner Drehungslinie nach,

[1]) Es versteht sich, dass ich die kleinen Aeste vernachlässige, welche oben am Schenkel wie oben am Arm zu den benachbarten Muskeln gehen.

dort die Spur seines Wegs zurücklässt und wieder auf der Speichenfläche des Knochens hervorkommt, um sich an die Muskeln zu vertheilen, welche sich dort anheften. Allen Anatomen ist dieser sonderbare Lauf aufgefallen, welcher sich weder aus Gründen der Symmetrie noch aus functionellen Anpassungen erklären lässt, denn, um zu den Muskeln des äussern Armtheiles zu kommen, war der kürzeste Weg des Nerven zwischen dem zweiköpfigen und dem vordern Armmuskel durchzugehen.

Die Drehung des Oberarmbeins giebt vollkommen Rechenschaft von allen Verschiedenheiten, welche zwischen den Nervensystemen des Arms und des Schenkels bestehen. Da diese Drehung am Schultertheil des Oberarmbeins nur gering ist, so wurde auch der Nervenplexus nur wenig aus seiner Lage gebracht; er kam nur von der hintern auf die vordere Fläche zu stehen. Der Ellenbogenkopf des Oberarmbeins hat dagegen um sich selber eine Drehung von 180 Grad gemacht, die Schienbein- oder Speichenhälfte, welche sich innen befand, wurde nach aussen gewandt und der Speichennerv mit den Muskeln, an die er sich vertheilt, fortgezogen, musste sich um das Oberarmbein nach hinten winden. Die Muskeln des innern oder Ellenbogentheils dagegen empfangen nach wie vor direct die Aeste des Nervenstammes, mit dem sie in Berührung geblieben sind.

Es ist mir gelungen, die Umwandlung des Nervenapparats des Schenkels in den Nervenapparat des Armes auf mechanische Weise zu verwirklichen, und zwar folgendermassen: Ich befestige das Ende einer schwarzen Schnur *t* (Fig. 17) hinter ein Schenkelbein der rechten Seite, zwischen den beiden Rollhügeln. Diese Schnur repräsentirt den Hüftnervenstamm. Das andre Ende *s*, welches den innern Kniekehl-Hüftnerven vorstellt, befestige ich zwischen den beiden Schenkelknorren; von der Mitte *m* dieser Schnur geht eine andere aus, welche sich in *p* an den äussern oder Wadenbeinknorren anheftet und den äussern Kniekehlnerv vorstellt. Eine andre Schnur *r*, innen am inneren oder Schienbeinknorren befestigt, repräsentirt den Schenkelnerv. Ich lege alsdann den Schenkel auf einen Tisch so, wie es Figur 17 zeigt. Seine Convexität sieht nach oben; der Hüftnerv und seine beiden Aeste sind hinter dem Knochen in ihrer natürlichen,

Lage. Ein Gehülfe hält locker in *a* die den Schenkelnerv vorstellende Schnur, oberhalb des Schenkelkopfs. Jetzt lasse ich den Schenkel und die den Hüftnerv vorstellende Schnur um 180 Grad drehen, so dass der Punkt *r* an die Stelle des Punktes *p* zu stehen kommt, und umgekehrt. Die Folge dieser Rotationsbewegung ist in Figur 18 dargestellt. Der Hüftnerv *t*, indem er der Rotationsbewegung folgt, kommt vor den Knochen zu liegen, statt hinter demselben zu bleiben; und das untere Ende des Schenkelnerven *ar*, welches der Gehülfe unbeweglich hielt, wird von der Bewegung des innern, nun äussern gewordenen, Knorrens mitgezogen und windet sich um den Körper des Schenkelbeins. Durch diese Rotationsbewegung von 180 Grad haben wir die Drehung vorgestellt, welche das Schenkelbein in Oberarmbein verwandelt, und eben damit haben wir auch das Nervensystem des Schenkels in's Nervensystem des Arms umgewandelt; der Hüftnerv *ts* der Figur 17 ist der Mittelnerv *ts* der Figur 18 geworden; der äussere Kniekehlnerv *mp* (Fig. 17) ist zum Ellenbogennerv geworden; endlich wird der Schenkelnerv *ar* (Fig. 17), welcher sich schneckenförmig um die Streckfläche des Oberarmbeinkörpers winden musste, zum Speichennerv der Figur 18.

Indem wir so das Schenkelbein um 180 Grad um seine Achse sich drehen liessen, haben wir natürlich seinen Darmbeinkopf deplacirt. Bei der Drehung des Knochens fände diese Lageveränderung nicht in gleichem Grade statt, und der Kopf *a* in der Figur 18, mit punktirter Linie bezeichnet, nähme dieselbe Lage an, wie der in der Figur 17; man muss sich vorstellen, er sei nicht verrückt worden, während die Knorren ihre Umdrehungsbewegung ausführten. Jedoch führt der Schenkelkopf eine Rotationsbewegung aus, wenn er Kopf des Oberarmbeins wird, denn die Achsen der beiden Hülse bilden mit einander einen Winkel von 30 Grad. Man kann den Kopf eines Schenkels, wenn man ihn in verdünnte Salzsäure taucht, erweichen und ihn wirklich drehen, wie wir es mit dem Oberarmbein gethan haben (siehe Note, pag. 417); er nimmt dann die Form der Figur 18 an, endigt in den punktirten Hals und Kopf und erinnert folglich an die Gestalt eines Oberarmbeins der rechten Seite, von seinem zugehörigen Nervensystem umgeben.

Wenn man an einer Leiche oder auf hübschen Abbildungen, wie

z. B. denen von Bourgery und Jacob [1]), den Hüft- und Schenkelbeinnerv einer Seite, den Armplexus der andern vergleichend betrachtet, so sieht man am Schenkel zwei ganze Stämme, welche Verästelungen abgehen lassen, die sich unmittelbar an die zugehörigen Muskeln vertheilen; der Armplexus dagegen trägt die Spuren von Trennung, welche von der Oberarmbeindrehung herrühren. Die Hauptäste sind von der Achselgrube an getrennt und steigen bis zur Armbiegung herab, ohne den umgebenden Organen Aeste zu liefern; dies ist namentlich auffallend beim Ellenbogennerven, welcher den Armmuskeln nicht einen einzigen Faden abgiebt [2]).

Kurz die Drehung, und zwar die Drehung allein giebt von den so bedeutenden und bisher unerklärten Verschiedenheiten Rechenschaft, welche zwischen dem Nervensystem des Schenkels und dem des Armes bestehen; und umgekehrt ist auch diese Umwandlung eines Systems in's andere ein letzter Beweis zu Gunsten dieser bereits durch die Modificationen der Muskel- und Arterien-Systeme bewiesenen Drehung.

Ich halte es für unnütz, die Assimilationen der Nerven, wie sie aus der Drehungsidee hervorgehen, zu rechtfertigen; die Anatomen, einzig geleitet von der Vertheilung der Nerven in den Muskeln, hatten sie bereits vollkommen erkannt. Meckel [3]), Cruveilhier [4]) und Sappey [5]) finden die Nerven des Arms in denen des Schenkels wieder. Sie bestätigen, dass in Folge von Aneinanderklebungen von Nervenfäden, die aus den benachbarten Stämmen entspringen, jeder der Armnerven einen Theil der Beinnerven repräsentire.

So entspricht der Speichennerv dem Muskulartheil des Schenkelnerven, während der Hauttheil des letztern durch den innern und äussern Hautarmnerven repräsentirt wird.

Der innere Kniekehlhüftnerv repräsentirt den Mittelnerv und einen Theil des Ellenbogennerven; doch kann ich nicht mit den beiden zuletzt-

[1]) Traité complet de l'anatomie de l'homme, atlas, t. III, p. LIX und LXVI.

[2]) Bourgery, Traité de l'anatomie de l'homme, t. III, p. 263; Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive, t. IV, p. 516; Sappey, Traité d'anatomie descriptive, t. II, p. 348.

[3]) Manuel d'anatomie, t. III, p. 152.

[4]) Traité d'anatomie descriptive, t. IV, p. 587.

[5]) Traité d'anatomie descriptive, t. II, p. 383.

angeführten Anatomen den äussern Kniekehlnerv oder den ganzen Wadenbeinnerv dem Vorderarmtheil des Speichennerven assimiliren. Da für mich das Wadenbein das Ellenbogenbein ist, so ist der Wadenbeinnerv für mich ein Theil des Ellenbogennerven.

Die Vertheilung der beiden Nerven ist verschieden, weil der Ellenbogennerv in der Beugungsfläche bleibt, während der Wadenbeinnerv, um den Hals des Wadenbeins herumgehend, sich in der Streckfläche verästelt. Der Ellenbogennerv giebt Rückenseitenäste an die drei letzten Finger, den mittleren, den Ring- und den kleinen Finger, Flächenäste an die beiden letzten. Der Wadenbeinnerv dagegen liefert Rückenseitenäste für alle Zehen. Trotz dieser Verschiedenheiten glaube ich, dass der Stamm des äusseren Kniekehlhüftnerven vor Allem den des Ellenbogennerven repräsentirt; aber der Vorderarmtheil dieses Nerven und des Speichennerven findet seine Analoge in dem Wadenbein-Saphenus und in dem Muskelhautast; der erstere verläuft längs dem Wadenbein in der Beugungsfläche wie der Ellenbogennerv und endigt am letzten oder an den beiden letzten Wadenbeinzehen; der zweite vertheilt sich an die vier Schienbeinzehen, gleichwie der Speichennerv an die drei Speichenfinger. So ist denn der äussere Kniekehlnerv wie die übrigen, ein aus dem Ellenbogennerven und einem Theil des Speichennerven zusammengesetzter Nerv. Diese Meinung ist auch die von Meckel, welcher den Wadenbein-Saphenus und den äussern Sohlennerv als Analoga des Ellenbogennerven betrachtet.

Kurz, keiner der Schenkelnerven repräsentirt vollständig einen ganzen Armnerv; die Nervenfäden, wenn sie die Plexus verlassen, haben sich in einer andern Weise vertheilt, um Nervenstämme zu bilden. Trotzdem bestehen grosse Aehnlichkeiten und das eine Nervensystem ist nur die Wiederholung des andern. Ich will diesen Vergleich nicht weiter verfolgen, da ich Nichts zu sagen wüsste, was nicht schon viel besser in den schon erwähnten Handbüchern gesagt wäre.

## Allgemeine Folgerungen.

### Schenkelbein und Oberarmbein.

Das Oberarmbein ist ein um seine Achse gedrehter Knochen. Diese

Drehung beträgt 180 Grad bei den Land- und Wasser-Säugethieren; 90 Grad bei den Fledermäusen, Vögeln und Reptilien.

Beim Menschen bei und den menschenähnlichen Affen nimmt der Knochenhals nicht Theil an der Drehung des Knochenkörpers.

Dieser Hals ist bei den Land- und Wasser-Säugethieren um 90 Grad gedreht.

Daraus folgt: bei dem Menschen und den dem Menschen ähnlichen Affen liegen die Achsen des Halses, des Knochenkörpers und der Rolle in *derselben* Ebene; bei den übrigen Wirbelthieren liegen die Achse des Halses und die des Knochens in einer auf der Rollenachse *senkrechten* Ebene.

Diese Drehung ist *virtuell;* sie ist niemals mechanisch ausgeführt worden, ebensowenig wie die Umkehrung gewisser Blumenkronen.

Um das Oberarmbein mit dem Schenkelbein zu vergleichen, welches letztere ein gerader Knochen ist, muss man das erstere um 180 Grad zurückdrehen; dadurch allein schon führt man das Brustglied auf seinen Beckengliedtypus zurück. Die Hälse, die condyli beider Knochen haben dieselbe Richtung, Kniescheibe und Ellenbogenfortsatz sind vorn; Schienbein, Speiche, grosse Zehe und Daumen nach innen; Wadenbein, Ellenbogenbein, kleine Zehe und kleiner Finger nach aussen.

### Schienbein und Wadenbein.

Der Schenkelkopf des Schienbeins wird bei den Monodelphen durch die Verwachsung der Oberarmbeinknorren der Speiche und des Ellenbogenbeins gebildet. (Siehe Fig. 5.)

Die äussere Gelenkfläche des Schienbeins entspricht der des Ellenbogenbeins, die innere derjenigen der Speiche.

Die Kniescheibe, das Homologon des Ellenbogenfortsatzes, ist an dem Kamm des Schienbeins befestigt, welcher das Homologon vom hinteren Kamme des Ellenbogenbeins ist.

Das obere Drittel des Wadenbeins wird durch die vordere oder kronenförmige Hälfte des Ellenbogenbeins repräsentirt.

Bei einigen Beutelthieren — Beutelwolf, Phascolomys, Phalangista, Dasyurus und Opossum — findet die Verwachsung nicht statt; auch ist die Kniescheibe bei diesen Thieren am Wadenbein befestigt.

Bei den Kloakenthieren — Ameisenigel, Ornithorrhynchus — entsprechen eine Schienbeinkniescheibe und ein Wadenbein-Olecranon dem doppelten Olecranon des Ellenbogenbeins.

Bei allen Säugethieren repräsentiren die zwei unteren Dritttheile des Schienbeins den entsprechenden Theil der Speiche, die zwei unteren Dritttheile des Wadenbeins den entsprechenden Theil des Ellenbogenbeins.

Das Olecranon ist ein charakteristischer Fortsatz der Land- und amphibischen Säugethiere; er fehlt fast bei allen ausschliesslich in der Luft oder im Wasser lebenden Säugern.

### Becken und Schulter.

Die menschliche Symmetrie, oder vielmehr die Wiederholung der Skeletttheile mit Beziehung auf eine durch den Nabel gehende, wagerechte Ebene wird erst einleuchtend, wenn man die beiden Arme längs dem Kopf erhebt. Dann entspricht der Hals dem Schwanz, die Schulter dem Becken, die Brustglieder den Beckengliedern, die Rippen den Einschnitten des graden Muskels u. s. w.

Um die Schulter im Becken wiederzufinden, muss man also ein Darmbein mit dem *symmetrischen* Bilde der Schulter derselben Seite vergleichen, so wie es sich in einem unter die Schulter gehaltenen Spiegel zeigt. Geometrisch heisst das dieses Darmbein der Schulter der entgegengesetzten Seite vergleichen.

Der Kamm des Darmbeins entspricht dem Vertebralrand des Schulterblatts, die äussere Darmbeinvertiefung der oberen Vertiefung, die innere der sub scapularis, das Sitzbein dem Schulterhakenfortsatz, das Schambein dem Schlüsselbein.

Der Schulterblattkamm und die Schulterhöhe sind im Becken nicht vorhanden; sie fehlen gleichfalls am Schulterblatt der Walthiere.

### Muskeln der Brust- und Bauch-Glieder beim Menschen.

Ich unterscheide: 1) die homologen Muskeln, deren zwei Enden sich an homologen Knochenpunkten anheften; 2) die analogen Muskeln, bei denen nur eine, gewöhnlich peripherische Anheftung homolog ist; 3) die Muskeln ohne bis jetzt bekannte Analoga.

Da beim Menschen der Kopf des Oberarmbeins nicht an der Drehung des Körpers Theil nimmt, so haben die homologen und analogen Muskeln des Beckens und der Schulter dieselbe Lage, Richtung und Verrichtung. Homologe Muskeln: Mittlerer Gesässmuskel und supraspinatus; kleiner Gesässmuskel und infraspinatus. Analoge Muskeln: Grosser Gesässmuskel und Schulter-Deltoid-Muskel.

Am Schenkel hat die Rotation um 180 Grade des Schienbeinknorrens des Schenkelbeins, welcher Speichenellenbogenkopf des Oberarmbeins geworden ist, die Muskeln der vorderen Fläche nach der hinteren gebracht, und umgekehrt. Beispiel: Der Dreiköpfige des Schenkels und der Dreiköpfige des Arms, der kurze Kopf des zweiköpfigen Schenkelmuskels und der vordere Armmuskel u. s. w.

Am Vorderarm erfolgen dieselben Umkehrungen. Die äusseren Muskeln des Beins werden innere, die hinteren vordere. Beispiel: Der äussere Zwilling- und vordere Ellenbogen-Muskel, der péronéo-sus-phalangettien der grossen Zèhe und der cubito-sus-phalangettien des Daumens, der kurze, seitliche Wadenbeinmuskel und hintere Ellenbogenmuskel; der Kniekehlmuskel und der rundliche Vorwärtsdreher, u. s. w.

### Arterien und Nerven.

Die Drehung hat gleichfalls die Kniekehlschlagader, welche am obern Glied zur Armschlagader wird, nach vorn geführt: die Ellenbogenarterie entspricht der Wadenbein-, die Speichenarterie der hintern Schienbein-Arterie. Endlich, wenn man mit Fäden an einem Schenkelbein (Fig. 17) das Nervensystem des Schenkels vorstellt, nämlich den Schenkelnerven, den Hüftnerven, den äussern und den innern Kniekehlnerven, und alsdann dieses Schenkelbein um 180 Grad mit dem Hüftbeinnerven dreht, so kommt das Nervensystem des Arms zum Vorschein (Fig. 18). Der Schenkelnerv, Speichennerv geworden, geht um den Knochen der Streckfläche nach herum; der Hüftnerv und der äussere und innere Kniekehlnerv, welche vordere geworden sind, sind der Ellenbogen- und der Mittel-Nerv. So bestätigen die Muskel-, Arterien- und Nerven-Systeme des Arms und des Vorderarms die Idee einer Drehung des Oberarmbeins, denn

Alle sind so angeordnet, wie sie es an einem Schenkelbein sein würden, dessen condyli eine Rotationsbewegung um 180 Grad ausgeführt hätten, indem der Kopf unbeweglich in der Pfanne fest bliebe.

Die functionellen Anpassungen wären ungenügend, um von den Verschiedenheiten Rechenschaft zu geben, welche wir zwischen den Brust- und Bauch-Gliedern aufgezeigt haben; die Verrichtungen sind das Resultat höherer organischer Gesetze, welche sie beherrschen und bestimmen.

# Erklärung der Figuren.

Fig. I. Unteres oder Beckenglied des Menschen der rechten Seite, von vorn gesehen; f, Schenkelbein; b, Hals des Schenkelbeins; a, Schenkelkopf; mm, Schenkelknorren; l, Kniescheibe; p, Wadenbein; t, Schienbein; d, grosse Zehe; i, kleine Zehe.

„ II. Oberes oder Brustglied des Menschen, der rechten Seite, von hinten gesehen; h, Oberarmbein; b, Hals des Oberarmbeins; a, Oberarmbeinkopf; o, Olecranon; c, Ellenbogenbein; r, Speiche; d, Daumen; i, kleiner Finger.

„ III. Oberes Glied des Menschen der linken Seite, von hinten gesehen; m, Nebenkopf. Diese Figur neben die erste gehalten, erklärt die Vergleichung Vicq-d'Azyr's.

„ IV. Oberes Glied des Menschen der rechten Seite von vorn gesehen, die Hand in Pronation. Diese Figur mit der ersten zusammengehalten, erklärt den Vergleich des Professor Flourens.

„ V. Oberes Glied des Menschen der rechten Seite, von hinten gesehen, h das zurückgedrehte Oberarmbein: e, Nebenrolle; f, Nebenknorren; o, das durchsägte und wie die Kniescheibe vom Schienbein, so vom Ellenbogenbein getrennte Olecranon; p, hinterer und oberer Theil des durchsägten mit dem obern Theil der Speiche verbundenen Ellenbogenbeins. Diese beiden verbundenen Theile repräsentiren den Schienbeinkopf. t, Oberarmbeinkopf der Speiche; a, vorderer Theil des Ellenbogenbeins, welcher den obern Theil des Wadenbeins repräsentirt. Diese Figur der ersten gegenübergestellt, erklärt die Vergleichung des Verfassers.

„ VI. Oberarmbein der rechten Seite des Seehunds (*Phoca monachus* Gm.) von seiner innern Fläche gesehen; ax, Achse des Halses; d, Deltoidkamm.

„ VII. Oberarmbein der rechten Seite eines jungen Hundes von seiner innern Fläche gesehen; ax, Achse des Halses, der Papierebene parallel, t, Anheftungsstelle der Rollenachse senkrecht zur Papierebene; c, äusserer Höcker, zum vorderen geworden; i, innerer Höcker, zum hinteren geworden.

„ VIII. Rechtes Oberarmbein der grünen Eidechse (*Lacerta viridis* L.) von seiner äusseren Fläche gesehen und drei Mal vergrössert.

„ IX. Oberarmbein der rechten Seite des Adlers, von seiner äusseren Fläche gesehen.

„ X. Oberarmbein des Menschen der rechten Seite, von vorn gesehen; b, Hals; ax, Halsachse; e, äusserer Höcker; i, innerer; by, Rollenachse. Beide Achsen sind der Papierebene parallel.

„ XI. Hinteres linkes Glied des Beutelthiers (*Didelphis Azarae* Temm.): f, Schenkelbein; t, Schienbein ohne Kniescheibenkamm; p, mit dem Schenkel articulirtes Wadenbein; l, Wadenbeinkniescheibe.

„ XII. Hinteres Glied vom Phascolomys-Wombat, nach Owen: *Principes d'ostéologie comparée* Tafel 14, Fig. 16: f, Schenkelbein; t, Schienbein; p, Wadenbein; l, Kniescheibe; c, Fersenbein.

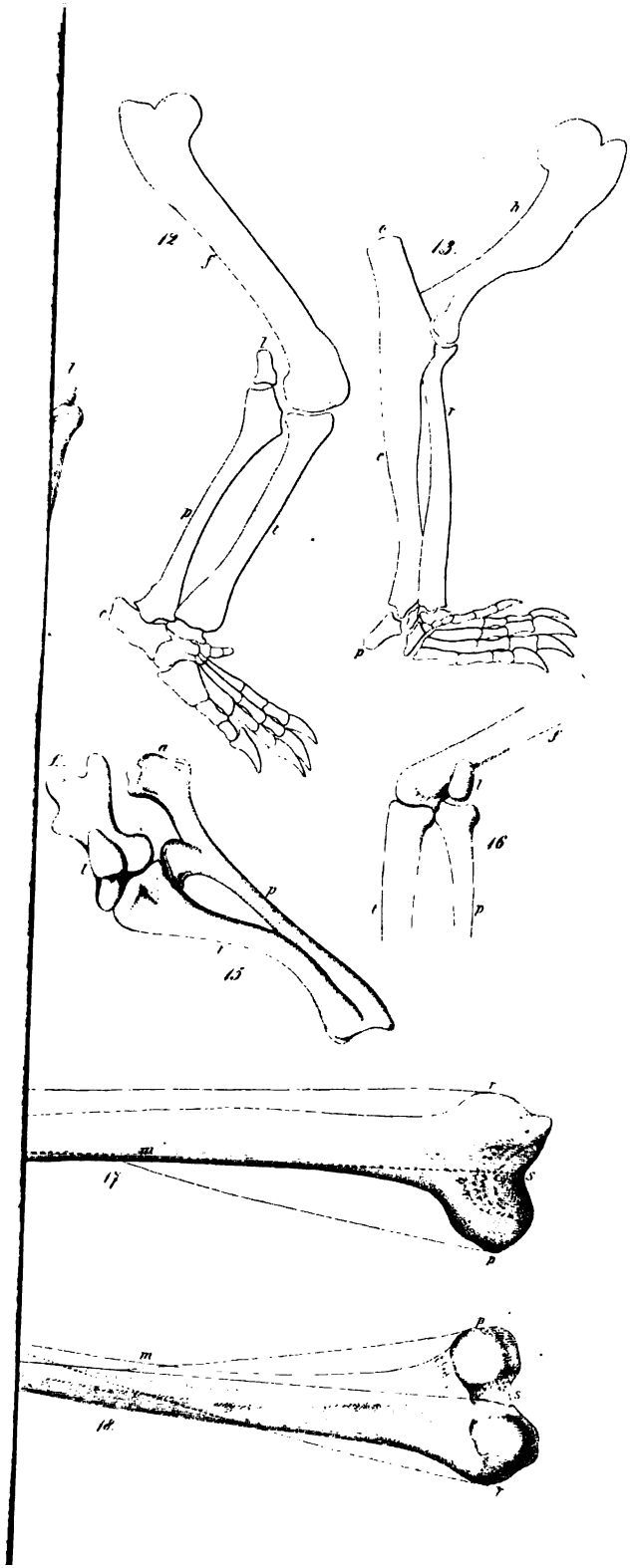

12
13
16
15
17
14

Fig. XIII. Vorderes Glied desselben Beutelthiers; h, Oberarmbein; r, Speiche; c, Ellenbogenbein; o, Olecranon; p, Erbsenbein.

„ XIV. Vorderes linkes Glied von Ornithorrhynchus nach Cuvier; ***Recherches sur les ossements fossiles.*** t. V. Tafel 14. Fig. I.: h, Oberarmbein; s, Speiche; c, Ellenbogenbein; o, doppeltes Olecranon; l, Schienbein-Olecranon; a, Wadenbein-Olecranon.

„ XV. Hinteres linkes Glied desselben Thiers: f, Schenkelbein; t, Schienbein; l, Schienbeinkniescheibe; p, Wadenbein; o, Olecranon-Fortsatz des Wadenbeins.

„ XVI. Schenkel-Waden-Schienbein-Articulation vom Dasyurus (Dasyurus macrourus Et. Geoff.): f, Schenkelbein; t, Schienbein ohne vordern Kamm; p, mit dem Schenkel articulirtes Wadenbein; l, Wadenbeinkniescheibe.

„ XVII. Menschlicher Schenkel der rechten Seite, von seiner vorderen Fläche gesehen; ar, Schenkelnerv; tm, Hüftnervenstamm; ms, innerer Kniekehl-Hüftnerv oder Schienbeinnerv; mp, äusserer Kniekehlhüftnerv oder Wadenbeinnerv.

„ XVIII. Derselbe Schenkel von seiner hinteren Fläche gesehen, nachdem er eine Rotationsbewegung von 180 Grad beschrieben hat, um die Drehung vorzustellen, welche ihn zum Oberarmbein verwandelt: a, Lage des Schenkelkopfes, wenn man den Knochen ***wirklich*** gedreht hätte; ar, Speichenerv; tp, Ellenbogennerv; ts, Mittelnerv.

Diese beiden Figuren sollen die Umwandlung des Schenkelsystems in das Armnervensystem durch die Drehung erläutern.

Druck der G. D. Brühl'schen Univ.-Buchdruckerei u. lith. Anstalt in Giess

# XXIII.

## Beiträge zur Lehre von der Verdauung.

Von Prof. Ernst Brücke [1]).

---

## ERSTE ABTHEILUNG.

### I. Aufsuchung und Bestimmung des Pepsins.

Das Ziel, welches mir vorschwebte als ich meine Versuche über Verdauung begann, heischte zunächst eine Methode, um selbst die kleinsten Mengen von Pepsin mit Sicherheit auffinden zu können. Wenn ich hier von Pepsin spreche, so bitte ich den Leser darunter nicht einen jener nach verschiedenen Methoden dargestellten Körper zu verstehen, welche man bisher mit diesem Namen belegt hat, sondern das seinem Wesen nach unbekannte Agens, welches den Labdrüsen des Magens entstammend in seinen sauren Lösungen die geronnenen Eiweisssubstanzen sowohl im Magen selbst als auch ausserhalb desselben aufzulösen im Stande ist. Nicht alle eiweissartigen Substanzen sind gleich passend, um diese Eigenschaft des Pepsins zu erproben. Aus den Versuchen, die mein zu früh verstorbener junger Freund Knoop Coopmans in meinem Laboratorium angestellt hatte, wusste ich, dass die Eiweisskörper der Pflanzen für meinen Zweck keine Vortheile dar-

[1]) Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

boten, ich wendete mich also zu denen der Thiere. Unter diesen schl
ich das rohe und gekochte Muskelfleisch sofort aus. Es ist ein Gemen
von eigentlicher Muskelsubstanz, Bindegewebe, Nerven und Gefäs
Abgesehen davon wirken Säuren und Verdauungsflüssigkeit nicht a
alle Theile der eigentlichen Muskelsubstanz gleichmässig ein; ind
die Zwischensubstanz rascher angegriffen wird [1]) als die Disdiaklast
gruppen [2]). Ich schloss ferner das Casein aus, weil es schon du
die blosse Säure zu bald gelöst wird. Es blieb mir demnach das du
Hitze coagulirte Eiweiss und das Blutfibrin. Von diesen wählte i
zunächst das letztere, weil dadurch die Zeit jedes einzelnen Versuch
sehr bedeutend abgekürzt wird.

Es ist mehrfach behauptet worden, dass das Blutfibrin schon dur
verdünnte Säuren allein gelöst werde, während andere angeben, da
es nur darin aufquelle. Ich muss hier auf diese Frage zurückkomme
weil es sich eben darum handelt, Wirkungen des Pepsins, selbst wen
sie schwach sind, noch von denen der blossen Säure zu unterscheid
Ich habe schon früher angeführt [3]), dass verdünnte Säuren, mit de
man durch Schlagen aus dem Blute gewonnenes und wohlgewasche
Fibrin infundirt, aus demselben einen Eiweisskörper ausziehen; dab
aber behalten die angequollenen Fibrinflocken ihre Gestalt ohne vi
ein löslicher Körper, den man in Wasser gelegt hat, an der Ober
fläche abzuschmelzen. So kann man die kleinste Fibrinflocke geraum
Zeit in einem Meer von verdünnter Säure liegen lassen, ehe man a
ihrem Ansehen eine Veränderung wahrnimmt. Erst später tritt ei
Zerfallen des Fibrins ein, in Folge dessen es sich in der Säure ver
theilt. Dieser Verflüssigungsprocess verläuft dann ziemlich rasch, u
zwar wenn viel Fibrin in der Flüssigkeit liegt nicht langsamer, so
dern eher schneller, als wenn nur einzelne Flocken eingelegt ware
Er erscheint danach mehr als die Wirkung secundärer Zersetzun

[1]) Rollet, Untersuchungen zur näheren Kenntniss des Baues der quergestreift
Muskelfasern; diese Zeitschrift, Bd. VI.

[2]) E. Brücke, Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe
polarisirten Lichtes angestellt. Denkschriften Bd. XV.

[3]) Ursache der Gerinnung des Blutes im „British and foreign med. and c
quart. rev. Januar 1857." — Archiv für pathologische Anatomie, herausgegeben v
R. Virchow. Bd. XII.

denn als directe Auflösung des Fibrins durch die Säure. Oft wird reichliche Pilzbildung dabei beobachtet; doch muss ich hinzufügen, dass bei einer Temperatur von 35—38 Grad Cels. die Auflösung viel schneller und ohne Pilzbildung von Statten geht.

Bei Anwendung von Salzsäure, deren ich mich bei allen in diesem und dem folgenden Abschnitte beschriebenen Versuchen bedient habe, tritt diese Auflösung bei der Zimmerwärme von 18 bis 20 Grad stets erst nach mehreren Tagen, oft erst nach mehreren Wochen ein und die Geschwindigkeit, mit der selbst kleine Pepsinmengen bei dem richtigen Säuregrade das Fibrin auflösen, ist so gross, dass von einer Verwechslung mit der blossen Säurewirkung nie die Rede sein kann. Ueberdies habe ich bei allen meinen Versuchen Controleversuche eingerichtet, bei denen Fibrin der Einwirkung von Wasser mit einem dem der Pepsinlösung gleichen Salzsäuregehalte ausgesetzt war.

Das Fibrin, dessen ich mich bei allen Versuchen bediente, war durch Schlagen von Ochsenblut gewonnen. Die nächste Frage, welche ich mir zu stellen hatte, war die: Welches ist der für die künstliche Verdauung von Fibrin günstigste Säuregrad? Die Angaben früherer Beobachter gingen ziemlich weit aus einander, so dass es nöthig war neue Versuche darüber anzustellen. Ich ermittelte zunächst den Gehalt einer bestimmten verdünnten Salzsäure durch Fällen mit salpetersaurem Silberoxyd und Wägen des geschmolzenen Chlorsilbers. Dann mischte ich aus dieser und destillirtem Wasser mittelst Masscylindern und Büretten die Säuren wie ich sie zu meinen Versuchen gebrauchte. Ich werde als Säuregehalt das Gewicht des Chlorwasserstoffes, der in einem Litre Flüssigkeit enthalten war, ausnahmslos in Grammen angeben. Ich nenne also Flüssigkeit vom Säuregrad 1 solche, welche 1 Gramm ClH im Litre enthält, Flüssigkeit vom Säuregrad 2 solche, die 2 Gramm ClH im Litre enthält etc. Die Versuche sind, wo keine besondere Temperaturangabe gemacht ist, in einem den Tag über auf 18—20 Grad Cels. geheizten Zimmer angestellt.

Es lag mir daran, erst eine Uebersicht im Grossen und Ganzen über den Einfluss zu haben, den der Säuregrad auf die Verdauungszeit ausübt, und ich stellte deshalb zuerst 8 Reagirgläser mit je 20 Kubikcentimeter Verdauungs-Flüssigkeit auf, in deren jedes ich eine

Fibrinflocke gelegt hatte. Sie hatten alle gleichen Pepsingehalt aber der Säuregehalt stieg von 1—8 um je 1·15 Gr. ClH im Litre. Die folgende Tabelle stellt die Versuchsreihe übersichtlich dar:

| Nummer des Glases. | Säure-Gehalt. | Verdauungszeit in Stunden. |
|---|---|---|
| 1 | 1·15 | ½ |
| 2 | 2·30 | 1 |
| 3 | 3·45 | 3 |
| 4 | 4·60 | 4 |
| 5 | 5·75 | 5 |
| 6 | 6·90 | 7 |
| 7 | 8·05 | 14 |
| 8 | 9·20 | — |

Das achte Glas hatte am Abende 14 Stunden nach Beginn des Versuches noch einen kleinen Rest, am anderen Morgen war aber auch dieser verschwunden. Daneben hatten 8 Controlegläser mit denselben Säuregraden aber ohne Pepsin gestanden. In keinem war die Fibrinflocke gelöst, aber um so stärker aufgequollen, je schwächer die Säure war.

Ich stellte nun eine zweite ganz ähnliche Versuchsreihe mit Pepsinlösungen von noch höheren Säuregraden zusammen, welche die folgende Tabelle ersichtlich macht:

| Nr. des Glases | Säuregehalt |
|---|---|
| 1 . . . . . | 9·20 |
| 2 . . . . . | 10·35 |
| 3 . . . . . | 11·50 |
| 4 . . . . . | 12·65 |
| 5 . . . . . | 13·80 |
| 6 . . . . . | 14·95 |
| 7 . . . . . | 16·10 |
| 8 . . . . . | 17·25. |

Von diesen Gläsern hatte Nr. 1 nach Nr. 18, Nr. 2 nach 24 Stunden verdaut. Nach 41 Stunden fand ich Nr. 3 und Nr. 4 verdaut, nach 120 Stunden Nr. 5. Obgleich 6, 7 und 8 noch nach 120 Stunden, ja selbst nach 8 Tagen nicht verdaut hatten, so war doch ihr Säuregrad nur ein solcher, dass er die Wirkung des Pepsins in hohem Grade hemmte, nicht auf die Dauer vernichtete, denn ich habe käufliches Pepsin mit Salzsäure infundirt, welche 0·0224 Gr. ClH im Litre enthielt und dann durch Verdünnen der abfiltrirten klaren Flüssigkeit mit dem 29fachen Volum Wasser noch eine gut verdauende Flüssigkeit erhalten, wenn ich es aber mit Salzsäure von 0·224 Gr. ClH im Litre infundirte, so zeigte die mit dem 299fachen ihres Volums Wasser verdünnte Flüssigkeit keine Spur von Verdauungsvermögen. Von den acht Controlegläsern zeigte keines sein Fibrin gelöst und es war um so weniger aufgequollen und durchscheinend, je höher der Säuregehalt war.

Ich richtete hierauf ganz nach Art der zwei vorherbeschriebenen noch zwei neue Versuchsreihen ein. Die erste derselben stellt sich in folgender Tabelle dar:

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 0·22 |
| 2 | 0·44 |
| 3 | 0·86 |
| 4 | 1·66 |
| 5 | 2·04 |
| 6 | 2·90 |
| 7 | 3·70 |
| 8 | 4·48. |

Von diesen acht Gläsern hatte Nr. 3 zuerst verdaut, dann Nr. 2, 4 und 5, dann 6 und 7, dann 8 und 1. Von den acht Controlegläsern, die nur bis zu denselben Graden angesäuertes Wasser enthielten, zeigte Nr. 8 seine Fibrinflocke am wenigsten aufgequollen, am stärksten 3, 2 und 1, aber bei dem letzten war das Aufquellen viel langsamer von Statten gegangen als bei den übrigen.

Die zweite der erwähnten Versuchsreihen stellt sich in der folgenden Tabelle dar:

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 0·23 |
| 2 | 0·45 |
| 3 | 0·76 |
| 4 | 0·88 |
| 5 | 1·30 |
| 6 | 1·70 |
| 7 | 2·46 |
| 8 | 3·83. |

Am schnellsten verdaute Nr. 4, dann 3, dann 2, dann 5, dann die übrigen und zwar zeigte 8 den letzten Rückstand. In den Controlegläsern quollen die Fibrinflocken am stärksten auf in Nr. 1, 2, 3 und 4, aber in 1 viel langsamer als in den übrigen. Von 5 bis 8 nahm die Quellung mit dem steigenden Säuregehalte ab.

Diese beiden Versuchsreihen zeigten also die schnellste Verdauung bei Säuregraden von 0·86 und 0·88 Gramm im Litre, bei einer Steigerung auf 1, 3 nahm die Geschwindigkeit schon ab. Beim Sinken des Säuregrades nahm sie anfangs langsam ab bis 0·44 und 0·45. Bei einem Säuregrade von nur 0·22 und 0·23 Gramm. ClH im Litre war die Verdauung schon bedeutend in die Länge gezogen. Es zeigte sich ferner, dass da am raschesten verdaut wurde, wo das Fibrin am stärksten aufquoll und der Quellungsprocess zugleich noch rasch von Statten ging; bei zu niederen Säuregraden erfolgte die Quellung zu langsam, bei zu hohen war sie weniger stark.

Schon Theodor Schwann fand bei seinen Untersuchungen, dass eine Verdauungsmischung, wenn man ihren Säuregehalt mittelst kohlensauren Natrons prüfte, zu Ende der Verdauung nicht mehr und nicht weniger Säure ausweise, als zu Anfang, dass es aber doch, wenn viel Eiweiss gelöst werden soll, gut ist, während des Versuchs nachzusäuern, weil sich die Verdauung nach einiger Zeit verlangsamt oder stille steht, aber durch Nachsäuern wieder angeregt werden kann. Man erklärt dies so, dass das gebildete Verdauungsprodukt einen Theil der Säure für sich in Anspruch nimmt, gewissermassen beschäftigt, und dadurch für die weitere Verdauung unwirksam macht. Ohne auf diese Erklärung weiter einzugehen schöpfen wir aus der jetzt jedem, der sich mit

Verdauungsversuchen beschäftigt hat, bekannten Thatsache, zunächst die Lehre, dass es gut sein wird für empfindliche Pepsinproben stets im Verhältniss zur Flüssigkeitsmenge nur sehr kleine Fibrinmengen anzuwenden, damit nicht das Verdauungsprodukt selbst störend auf den weiteren Gang der Verdauung einwirke. Auch lösliches Eiweiss, das noch nicht der Einwirkung einer Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt war, heischt eine Erhöhung des Säuregrades.

Ich neutralisirte mit Wasser verdünntes Hühnereiweiss und fügte dann noch so viel Säure hinzu, dass die Menge des freien ClH ein Gr. im Litre betrug. Dies mischte ich dann zu gleichen Theilen mit einer Pepsinlösung, deren Säuregrad ebenfalls = 1 war, und füllte von der Mischung je 10 Kubikcentimeter in zwei Reagirgläser *A* und *B*. Dann mischte ich dieselbe Pepsinlösung zu gleichen Theilen mit verdünnter Salzsäure von dem Säuregrad = 1, und füllte auch von dieser Mischung je 10 Kubikcentimeter in zwei Reagirgläser *C* und *D*. Dann legte ich in alle Fibrinflocken. In *C* und *D* quollen sie sofort auf, in *A* und *B* aber nicht. Ich säuerte nun *B* vorsichtig so lange nach bis die Fibrinflocke darin aufquoll. Die Menge der verbrauchten titrirten Säure zeigte, dass ich den Säuregrad auf 2·28 gebracht hatte. Bis auf denselben Grad erhöhte ich nun auch die Säure von *D* und beobachtete dann den Gang der Verdauung. *C* verdaute am schnellsten, dann, aber viel später, *D*, dann *B*. In *A* quoll das Fibrin nicht auf und zeigte noch keinerlei Veränderung, als es in *B* schon verdaut war.

Man kann sich überhaupt zur Regel machen, wenn die Fibrinflocke in der zu prüfenden Flüssigkeit bei einem Säuregrade = 1 ganz unverändert und undurchsichtig bleibt, vorsichtig nachzusäuern, bis auf der Oberfläche und an den Kanten eine durchscheinende Schicht entsteht, denn so lange diese nicht sichtbar ist, hat man auf keine, oder doch eine unverhältnissmässig langsame Verdauung zu rechnen.

Ein zweites Beispiel bietet die folgende Doppelreihe. Die mit 1, 2, 3, 4 und I, II, III, IV bezeichneten Flüssigkeiten correspondirten in Rücksicht auf Pepsinmengen und Säuregrade vollkommen, aber in den mit deutschen Ziffern bezeichneten war etwas lösliches Eiweiss zugegen, in den mit römischen Ziffern bezeichneten nicht.

A.

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 0·47 |
| 2 | 0·90 |
| 3 | 1·74 |
| 4 | 3·23. |

B.

| | |
|---|---|
| I | 0·47 |
| II | 0·90 |
| III | 1·74 |
| IV | 3·23. |

Am frühesten hatte II verdaut, dann III, dann 3 und I, dann IV und 2, dann 4. 1 verdaute gar nicht.

Von den Versuchen ohne Eiweiss hatte also der vom Säuregrad 0·9 am schnellsten verdaut, von den Versuchen mit Eiweiss der vom Säuregrad 1·74. Ebenso gut als dieser hatte bei den Versuchen mit Eiweiss der Säuregrad 0·47 verdaut, bei den Versuchen mit Eiweiss hatte aber der Säuregrad 0·47 gar nicht verdaut.

Als ich den Einfluss solcher Beimischungen näher kennen gelernt hatte, stieg in mir der Verdacht auf, dass durch die oben mitgetheilten vier Versuchsreihen vielleicht der Säuregrad für die möglichst schnelle Verdauung von Ochsenblutfibrin nicht richtig beziffert worden sei. Sie waren mit dem neutralen wässerigen Auszuge eines Präparates angestellt, das ich von Herrn Dr. Stefan erhalten hatte, der es im Grossen durch Auspressen des Labdrüsensaftes und Eintrocknen bei einer Temperatur unter 40 Grad C. darstellte.

Jenen wässerigen Auszug hatte ich in bestimmten Verhältnissen mit Wasser und verdünnter Chlorwasserstoffsäure gemischt und so Verdauungsflüssigkeiten von verschiedenen Säuregraden erzielt. Die anderweitigen Bestandtheile des ausgepressten Saftes konnten also störend eingewirkt haben; ich konnte als den besten einen höheren Säuregrad gefunden haben, als ihn mir eine reinere Pepsinlösung gegeben haben würde.

Dem war indessen nicht so. Ich habe geraume Zeit nachher ein Verfahren kennen gelernt, durch das ich mir mit Leichtigkeit und

beliebiger Menge eine Pepsinlösung darstellen konnte, so rein wie sie nur jemals erhalten sein mag. Mit dieser wiederholte ich die Versuche, indem ich folgende Reihe zusammenstellte.

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 1·0 |
| 2 | 0·9 |
| 3 | 0·8 |
| 4 | 0·7 |
| 5 | 0·6 |
| 6 | 0·5. |

1 und 2 verdauten am schnellsten, dann folgten der Reihe nach und ziemlich schnell 3, 4 und 5, zuletzt 6. Man findet also in der That, dass eine Menge von 0·8 bis 1 Gramm freie ClH im Litre für die Blutfibrinverdauung am günstigsten ist, dass sich dies aber gleich bei jenen ersten Versuchen deutlich gezeigt hatte, lag daran, dass ich bei ihnen nur einen sehr verdünnten Auszug des oben erwähnten Präparats angewendet hatte. Nahm ich denselben concentrirter, so fiel der passendste Säuregrad höher aus, und als ich sie sehr concentrirt genommen hatte, musste ich eine Verdauungsflüssigkeit von Säuregrad = 1 nachsäuern, um sie überhaupt zur Action zu bringen. Der oben für möglichst reine Pepsinlösung ermittelte Säuregrad gilt deshalb auch keineswegs für natürlichen Magensaft, wie er etwa durch eine Magenfistel gewonnen wird; dieser kann je nach seiner Zusammensetzung und Concentration einen bedeutend höheren erheischen.

Ausserdem wiederhole ich, dass alle diese Versuche (so wie die später mitzutheilenden analogen auf das geronnene Hühnereiweiss bezüglichen) in der Temperatur eines den Tag über auf 18—20 Grad Celsius geheizten Zimmers angestellt sind, so dass ihre für einen ganz speciellen Zweck gewonnenen Resultate nicht ohne weiteres auf die höhere Temperatur des menschlichen Körpers übertragen werden dürfen.

Nicht weniger als den Säuregrad muss man bei Pepsinproben, bei denen man Blutfibrin, wenn ich mich so ausdrücken darf, als Reagens anwendet, auf den Cohäsionszustand desselben achten. Man muss die harten Klumpen vermeiden, die sich darin finden, weil sie schlecht auf-

quellen und nur weiche und dünne Flocken hineinlegen. Man muss ferner dafür sorgen, dass das Fibrin nicht mechanisch am Aufquellen gehindert sei, weil dies die Verdauung sehr verzögert. Ich hatte ein Bündel Fibrinflocken mittelst eines Seidenfadens nach Art einer Garbe zusammengebunden und in Verdauungsflüssigkeit gehängt. Der frei aufquellende Theil wurde rasch verdaut, dann hing aber noch geraume Zeit in der Schlinge eine Kugel halb aufgequollenen Fibrins, das sich nur langsam löste. Ein anderes Mal hatte ich Fibrin eng in einem Beutel von Canevas eingeschlossen und dann in Verdauungsflüssigkeit gehängt; es quoll zwischen den Fäden hervor und wurde dann gelöst, aber der im Beutel zurückbleibende und noch im Quellen behinderte Rest widerstand hartnäckig, so dass zuletzt auf der Oberfläche Pilzbildung eingetreten war. Anderes Fibrin, welches gleichzeitig in derselben Verdauungsflüssigkeit *lose* in einem Canevasbeutel lag, hatte sich rasch gelöst.

Man hat oft Gelegenheit zu beobachten, dass Flocken, die an der Oberfläche schwimmen, langsamer verdaut werden, als solche, die am Boden liegen, und könnte deshalb glauben, dass die Verdauung in den tieferen Schichten energischer von Statten gehe, als in den oberen, vielleicht weil sich bei der Verdauung wirksame, unsichtbare kleine Theilchen als specifisch schwerer herabsenkten. Das ist aber nicht der Fall. Ich habe in einem 2 Fuss hohen Cylinder Fibrinflocken in verschiedenen Höhen aufgehängt, sie wurden alle gleich schnell verdaut. Die Fibrinflocken, welche an die Oberfläche steigen, thun dies, weil ihnen Gas adhärirt, und das ist auch der Grund, weshalb sie langsamer verdaut werden.

Endlich bleibt es uns noch übrig, den Einfluss zu untersuchen, den die Menge des Pepsins ausübt, welche in einem bestimmten Volum Verdauungsflüssigkeit enthalten ist. Diese lässt sich zwar vor der Hand nicht absolut aber doch relativ bestimmen. Man mischt aus Büretten eine Pepsinlösung von Säuregehalt = 1 mit bis zu demselben Grade angesäuertem Wasser und stellt sich so Verdauungsflüssigkeiten dar, deren Pepsinmengen sich unter einander verhalten wie *ax*, *bx*, *cx* etc.

Eine solche Reihe ist die folgende:

| Nr. des Glases | Pepsingehalt |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | $x$ |
| 3 | $2x$ |
| 4 | $4x$ |
| 5 | $8x$ |
| 6 | $16x$ |
| 7 | $32x$. |

Nr. 7 hatte in weniger als $1^1/_2$ Stunden verdaut, 6 in 3 Stunden und 5 in $3^1/_2$ Stunden, 4 in 7 Stunden; 3 hatte zu dieser Zeit noch einen Rest, 2 einen grösseren. Ich sah dann die Gläser erst 13 Stunden später, also 20 Stunden nach Beginn des Versuches wieder. Jetzt hatten auch 3 und 2 vollständig verdaut, 1 aber natürlich nicht, da es kein Pepsin, sondern nur Säure enthielt.

Eine andere Versuchsreihe war folgende:

| Nr. des Glases | Pepsingehalt |
|---|---|
| 1 | $x$ |
| 2 | $2x$ |
| 3 | $4x$ |
| 4 | $8x$ |
| 5 | $16x$. |

Als ich den Versuch nach Verlauf von einer Stunde wieder sah, hatten 4 und 5 bereits vollständig verdaut. Im Verlaufe der zweiten Stunde beendete auch 3 seine Verdauung, nach Ablauf von drei Stunden war auch die Fibrinflocke in 2 vollständig gelöst, aber 1 hatte noch einen ziemlich beträchtlichen Rest.

In diesen Versuchsreihen ist also der Einfluss, der in einem gegebenen Volum Flüssigkeit enthaltenen Menge von Pepsin, sehr auffällig, es giebt aber eine obere Grenze, an der er sich verwischt. Bei Pepsinlösungen, welche ihre Fibrinflocken in einer Temperatur von 18° bis 20° C. binnen weniger als 30 Minuten verdauen, ist der Zeitunterschied selbst bei beträchtlicher Verschiedenheit des Pepsingehaltes so gering,

dass man die Fibrinflocken kaum gleichmässig genug aussuchen kann, um ihn deutlich hervortreten zu lassen.

Dies zeigte sich z. B. bei der folgenden Doppelreihe von Versuchen, bei denen die der ersten Reihe mit denen der zweiten, so weit es in der Macht des Experimentators lag, an Pepsin und Säuregehalt vollkommen gleich zugerichtet waren und auch bei derselben Temperatur angestellt wurden, so dass der Unterschied nur in dem verschiedenen Widerstande der einzelnen Fibrinflocken gesucht werden kann.

**Erste Reihe.**

| Nr. des Glases | Pepsingehalt | Verdauungszeit in Minuten |
|---|---|---|
| 1 | $x'$ | 45 |
| 2 | $2x'$ | 30 |
| 3 | $4x'$ | 20 |
| 4 | $8x'$ | 20. |

**Zweite Reihe.**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | $x'$ | 45 |
| 2 | $2x'$ | 20 |
| 3 | $4x'$ | 15 |
| 4 | $8x'$ | 10. |

Pepsinlösungen, die mit viel fremdartigen Substanzen, Eiweisskörpern, Salzen etc. geschwängert sind, verdauen oft im concentrirten Zustande ihr Fibrin entschieden langsamer als im verdünnten, weil trotz zweckmässigem Nachsäuerns die relative Menge der fremdartigen Substanzen mehr hindert, als die relative Menge des Pepsins beschleunigt. Es erklärt sich hieraus eine Beobachtung von Schwann, welche er in Müller's Archiv Jahrgang 1836 auf Seite 100 beschreibt. Er fand bei einer Versuchsreihe, in der er seine Verdauungsflüssigkeit in verschiedenen Graden mit Wasser von demselben Säuregrade vermischte, dass die ursprüngliche Flüssigkeit nicht besser verdaute als das Gemisch, welches nur ein Procent davon enthielt, ja langsamer als die Gemische, die 4 und 8 Procent davon enthielten.

**Die Pepsinprobe mittelst Fibrin.**

Hat man irgend einen festen Körper, sei es ein Organ, von dem man vermuthet, dass es eine Verdauungsdrüse sein könne, sei es ein

künstliches Präparat, das auf seinen Gehalt an Pepsin untersucht werden soll, so übergiesst man dasselbe, nachdem es mechanisch hinreichend zerkleinert ist, mit destillirtem Wasser, lässt es damit unter öfterem Umrühren einige Zeit stehen und filtrirt. Ist das Filtrat alkalisch, so sättigt man mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und fügt dann davon zur neutralen Flüssigkeit noch so viel hinzu, dass sie im Litre ein Gramm freies ClH enthält, wirft eine Fibrinflocke hinein und wartet, wenn dieselbe alsobald aufquillt, den Erfolg ab; quillt sie nicht auf, so setzt man tropfenweise und in Pausen verdünnte Chlorwasserstoffsäure hinzu, bis die Kanten und freien Fäserchen der Flocken durchscheinend werden, ein Zeichen, dass nun das Aufquellen beginnt.

War das Filtrat von vornherein sauer, so wirft man die Fibrinflocke hinein und beobachtet, ob sie aufquillt. Geschieht dies, wie es in der Regel der Fall sein wird, nicht, so säuert man in der oben beschriebenen vorsichtigen Weise bis zum beginnenden Aufquellen nach und beobachtet nun bei gewöhnlicher Zimmertemperatur den Gang der Verdauung.

Das was auf dem Filtrum zurückgeblieben war, schüttet man in ein Becherglas und übergiesst es mit Salzsäure vom Säuregrad = 1 (d. h. 1 Gramm ClH im Litre); damit lässt man es 24 Stunden unter öfterem Umrühren stehen oder digerirt es $1^1/_2$ bis 2 Stunden in einer Temperatur von 35 bis $40^0$, dann filtrirt man und verfährt mit dem Filtrat ganz wie oben mit dem bis zum Säuregrad = 1 angesäuerten wässerigen Auszuge.

Die successive Prüfung des wässerigen und des salzsauren Auszuges schreibe ich deswegen vor, weil es, wie wir in der Folge sehen werden, oftmals wesentlich ist, zu unterscheiden zwischen Pepsin, das bereits ausserhalb der Secretionszellen der Labdrüsen und in Wasser leicht löslich ist, und solchem, das sich noch in jenen Zellen befindet und durch Wasser oft schwer, durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure aber leichter ausgezogen wird. In Fällen, in denen zugleich lösliche Eiweisskörper in einiger Menge zugegen sind, hat es überdies den Vortheil, dass dieselben mit dem Wasserextracte grösstentheils entfernt werden.

Wo solche Rücksichten nicht in das Gewicht fallen, kann man das zerkleinerte Object sofort mit verdünnter Salzsäure vom Säuregrad 1 übergiessen, ja kleine Gegenstände, z. B. Speicheldrüsen von Insekten (vergl. S. Basch das chylopoetische und uropoetische System der *Blatta orientalis*. Diese Zeitschrift Bd. VI, S. 375) kann man gleich mit der Fibrinflocke in die verdünnte Salzsäure legen und den Erfolg abwarten.

Ist das zu untersuchende Object eine Flüssigkeit, z. B. aus einer Fistelöffnung ausfliessendes Secret, so filtrirt man es und verfährt dann ganz so wie es oben für den wässerigen Auszug vorgeschrieben ist. Den vom Filtrum genommenen Rückstand übergiesst man mit Salzsäure vom Säuregrad = 1, um auch seine verdauenden Eigenschaften in der früher beschriebenen Weise zu untersuchen.

Nach den Erfahrungen, welche mehrere Beobachter über den Pancreassaft und seine Fähigkeit in schwachsaurem Zustande geronnene Eiweisskörper zu lösen gemacht haben, würde man die wirksame Substanz desselben bei dieser Probe mit dem Pepsin verwechseln können; aber in den meisten Fällen, in denen man die Probe anstellt, wird dies von keiner praktischen Bedeutung sein. Es geschieht dies wesentlich in zwei Fällen:

1. Man hat mit den Labdrüsen oder einer daraus gewonnenen Flüssigkeit irgend eine Procedur vorgenommen und will wissen, ob man nach derselben ein Product vor sich hat, welches das Pepsin noch als wirksame Substanz enthält. Hier kann von einer Verwechslung der wirksamen Substanz des Pancreassaftes mit dem Pepsin natürlich keine Rede sein.

2. Man will bei einem wirbellosen Thiere die Function irgend einer Drüse untersuchen, welche ihren Inhalt in den *Tractus intestinalis* ergiesst; d. h. man will wissen, ob ihr Secret im Stande ist, geronnene Proteinsubstanzen aufzulösen oder nicht. Dieser Zweck wird offenbar erreicht. Giebt die Probe ein positives Resultat und kommt das Drüsensecret mit der thierischen Nahrung unter saurer Reaction in Berührung, so können wir sicher sagen, dass die Drüse eine Verdauungdrüse sei, eine nähere Bezeichnung ist aber unstatthaft, weil die anatomischen Analogien des Wirbelthiertypus bei den Wirbellosen nicht mehr gel-

tend gemacht werden dürfen, und weil wir nicht wissen, in wie weit ihre Verdauungssäfte mit denen der Säugethiere und des Menschen chemisch übereinstimmen. Die Frage, die uns hier die Probe beantwortet, ist also von vornherein keine andere, als die, ob etwa das Drüsensecret Pepsin oder auch eine andere Substanz, die unter ähnlichen Bedingungen wie das Pepsin verdaut, enthalte, und diese Frage wird sicher und unzweideutig beantwortet.

#### Die Pepsinprobe mittelst Eiweiss.

Da Eiweiss in der Regel schneller und leichter zu beschaffen ist als Blutfibrin, so mag es wünschenswerth sein, auch das erstere als Reagens auf Pepsin kennen zu lernen. Die Eiweissprobe liefert aber viel später als die Fibrinprobe ein Resultat, und hat vor ihr, wo es sich nur um qualitative Bestimmung handelt, keinerlei Vorzüge. Es wird bekanntlich von einigen angegeben, dass durch Hitze coagulirtes Eiweiss in verdünnten Säuren ganz unlöslich sei, während andere angeben, dass es sich langsam darin löse. Uns interessirt hier zunächst nur sein Verhalten zur verdünnten Chlorwasserstoffsäure. In dieser kann man Scheiben des Weissen von hartgekochten Hühnereiern sehr lange Zeit ohne Veränderung ihres Aussehens aufbewahren, aber von dem Niederschlage, den man durch Erhitzen des mit Wasser verdünnten Hühnereiweisses erhält, löst sie bald einen Theil auf, und in je nach dem Säuregrade und der Temperatur kürzerer oder längerer Zeit zerfallen die Flöckchen und bilden mit der Säure eine trübe Flüssigkeit. Auf den Zustand, in dem das Eiweiss in derselben enthalten ist, werde ich in einer anderen Abtheilung dieser Beiträge näher eingehen. Hier will ich nur erwähnen, dass dies Zerfallen mit dem Gehalt an freiem Alkali zusammenhängt, der sich in allem Hühnereiweiss findet. Deshalb und weil die Ungleichheit jenes Alkaligehaltes eine genaue Bemessung des Säuregrades hindert, stelle man das geronnene Eiweiss, das zur Pepsinprobe dienen soll, folgendermassen dar. Man setze zu mit Wasser verdünntem Hühnereiweiss so viel Essigsäure, dass es blaues Lackmuspapier violet, aber nicht sofort roth färbt, dann filtrire man von dem entstandenen Niederschlage ab, untersuche die Reaction des Filtrats noch einmal und corrigire sie wenn es nothwendig ist. Dann

coagulire man im Wasserbade, und wasche den so erhaltenen Niederschlag mit destillirtem Wasser aus. So dargestelltes Eiweiss erhält sich in verdünnter Chlorwasserstoffsäure so lange, dass die blosse Säurewirkung zu keinerlei Irrthum bei der Pepsinprobe Veranlassung geben kann.

Ich gehe nun zu den Versuchen über, welche ich angestellt habe, um den passenden Säuregrad zu ermitteln.

**Erste Reihe.**

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 0·80 |
| 2 | 1·60 |
| 3 | 3·21 |
| 4 | 6·41 |
| 5 | 12·82 |
| 6 | 20·04 |

**Zweite Reihe.**

| | |
|---|---|
| I | 0·80 |
| II | 1·60 |
| III | 3·21 |
| IV | 6·41 |
| V | 12·82 |
| VI | 20·04. |

Beide Reihen waren in Rücksicht auf den Pepsingehalt völlig gleich, aber die erste verdaute allgemein langsamer, weil zu ihr Schnitte des Weissen von einem hartgekochten Ei verwendet wurden, die eine grössere zusammenhängende Masse darboten, während zur zweiten Coagulationsflocken von neutralisirter und durch Hitze coagulirter Eiweisslösung dienten. Am schnellsten verdaute II, dann I, dann III, dagegen verdaute in der ersten Reihe zuerst 2, dann 3, dann 1, und zwar wenig schneller als 4. Die übrigen Gläser beider Reihen verdauten um so langsamer, je mehr Säure sie enthielten. Die erste Reihe brauchte also etwas mehr Säure als die zweite, was daher rührte, dass für sie Eiweiss benutzt war, dessen freies Alkali ich nicht vorher neutralisirt hatte.

Ich richtete ferner folgende Versuchsreihe ein:

| Nr. des Glases | Säuregrad |
|---|---|
| 1 | 0·80 |
| 2 | 1·20 |
| 3 | 1·60 |
| 4 | 2·00 |
| 5 | 2.40 |
| 6 | 2·81 |
| 7 | 3·21 |
| 8 | 3·61. |

Hier verdaute zuerst 2 dann 3, dann 1 und 4 ohne sehr bedeutenden Unterschied, dann 5 schon beträchtlich langsamer; die übrigen mit wachsendem Säurezusatz immer langsamer. Der Versuch war wieder mit Coagulationsflocken von neutralisirtem Eiweiss angestellt, für diese also finden wir den passenden Säuregrad etwa zwischen 1·2 und 1·6 Grammen ClH im Litre, mithin etwas höher als beim Fibrin. Dass beim Fibrin ein geringerer Säuregrad (0·8 bis 1 Gramm im Litre) rascher verdaut, mag darin seinen Grund haben, dass der Grad der Quellung, der hier so wesentlich auf die Abkürzung der Verdauungszeit einwirkt, allmälig abnimmt, wenn man den Säuregehalt von 1 Gramm ClH im Litre überschritten hat.

Bei der letzten Versuchsreihe waren 8 Gegenversuche mit blosser Säure den Graden der Verdauungsflüssigkeit entsprechend aufgestellt worden. In ihnen war das Eiweiss noch nach 23 Tagen nicht gelöst. Nur die Flüssigkeit von I, d. h. die mit dem schwächsten Säuregrad (0·8), in der sich auch Pilze gebildet hatten, wurde von Blutlaugensalz getrübt, in dem übrigen brachte nur Tannin eine leichte Trübung hervor.

Man sieht also, dass auch bei der Pepsinprobe mittelst Eiweiss eine Verwechslung mit der blossen Säurewirkung nicht zu befürchten. Uebrigens verfährt man bei ihr, abgesehen von der Darstellung der Eiweissflocken und dem veränderten Säuregrade, ganz wie bei der Probe mittelst Fibrin.

### Die quantitative Bestimmung des Pepsins.

Da das Pepsin niemals rein dargestellt worden ist, so kann es sich natürlich nicht darum handeln, absolute Quantitäten desselben zu be-

stimmen, sondern nur um Bestimmung relativer Mengen, um ein Verfahren, durch das man z. B. ermitteln kann, von zwei gegebenen Flüssigkeiten enthalte eine etwa zwei-, drei-, viermal etc. so viel Pepsin als die andere enthält. Ich sage Lösungen, denn nur das gelöste oder doch leicht lösliche Pepsin lässt sich ohne weiteres quantitativ bestimmen, das noch in den Labzellen abgelagerte ist so schwer *vollständig* zu extrahiren, dass es nur durch ganze Versuchsreihen und auch dann nur ziemlich ungenau bestimmt werden könnte.

Mein Verfahren besteht einfach darin, die Menge des Pepsins an der Grösse seiner Wirkung zu messen. Es seien zwei Flüssigkeiten gegeben, die ich vergleichend untersuchen soll, so bringe ich sie zunächst auf den Säuregrad = 1, fülle jede in eine Bürette und messe von jeder nach einander in verschiedene Reagirgläser 16; 8; 4; 2; 1; 0·5; 0·25 Kubikcentimeter ab; dann giesse ich in dieselben Reagirgläser noch so viel Salzsäure vom Säuregrad = 1, dass jedes genau 16 Kubikcentimeter Flüssigkeit enthält und werfe in alle möglichst gleichmässig ausgewählte Fibrinflocken. Ich habe dann eine Versuchsreihe, die sich in folgender Weise tabellarisch darstellen lässt:

| Glas | I. Pepsinlösung vom Säuregrad = 1 | Wasser vom Säuregrad = 1 |
|---|---|---|
| *A* | 16 | 0 |
| *B* | 8 | 8 |
| *C* | 4 | 12 |
| *D* | 2 | 14 |
| *E* | 1 | 15 |
| *F* | 0·5 | 15·5 |
| *G* | 0·25 | 15·75 |
| | II. | |
| *a* | 16 | 0 |
| *b* | 8 | 8 |
| *c* | 4 | 12 |
| *d* | 2 | 14 |
| *e* | 1 | 15 |
| *f* | 0·5 | 15·5 |
| *g* | 0·25 | 15·75. |

Es soll nun die Flüssigkeit II z. B. viermal so viel Pepsin enthalten haben wie die Flüssigkeit I, so wird *c* mit *A*, *d* mit *B*, *e* mit *C*, *f* mit *D* und *g* mit *E* bei der Verdauung gleichen Schritt halten und dies wird auf das relative Verhältniss des Pepsingehaltes in beiden Flüssigkeiten schliessen lassen. Man wird indessen oft bemerken, dass zwischen den Angaben der einzelnen Gläser die Uebereinstimmung mangelt, dass z. B. *c* mit *B* oder gar *a* mit *A* gleichen Schritt hält, während in derselben Versuchsreihe *f* und *D* und *g* und *E* ziemlich gleich schnell verdauen. In solchen Fällen sind es stets die verdünnteren Lösungen, nach denen man den relativen Pepsingehalt abschätzen muss und zwar aus mehreren Gründen. Erstens nehmen bei verdünnten Lösungen mit abnehmendem Pepsingehalte die Verdauungszeiten rascher zu als dies bei concentrirten der Fall ist; ja wir haben oben gesehen, dass bei unreinen Pepsinlösungen die concentrirtere Flüssigkeit oft viel schlechter verdaut als die verdünntere.

Zweitens ist der Säuregrad sicher für die verdünnten Lösungen passend, für die concentrirteren aber vielleicht unpassend. Vielleicht enthält die eine Flüssigkeit noch einen Eiweisskörper und verlangt deshalb in den concentrirten Mischungen einen höheren Säuregrad und doch darf man nicht nachsäuern, weil sonst die Vergleichbarkeit der Versuche aufhören würde.

Ich verweise hierüber auf das, was im ersten Abschnitte über den Einfluss, den verschiedene Umstände auf die Verdauungszeit ausüben, gesagt worden ist. Findet sich nicht in jeder Versuchsreihe ein Glas, in dem die Fibrinflocken, obgleich sie rasch und gut aufgequollen, wenigstens einige Stunden liegt, ehe sie zerdaut wird, so muss man neue Versuchsreihen mit verdünnteren Lösungen zusammenstellen.

Bei der quantitativen Bestimmung des Pepsins habe ich auch die Probe mittelst Eiweiss beschrieben, aber hinzugefügt, dass sie vor der mittelst Fibrin angestellten keinerlei Vorzüge habe, sondern nur langweiliger sei. In Rücksicht auf die quantitative Bestimmung kann ich nicht dasselbe sagen. Wenn ich nicht recht gut geschlagenes Fibrin habe, aus dem sich die Flocken gleichmässig auswählen lassen, so ziehe ich es vor, mir auf die früher beschriebene Weise coagulirtes Hühnereiweiss darzustellen oder das Weisse von frischen, hart gekochten Eiern

in kleine Würfel oder viereckige Plättchen zu schneiden und mit diesen unter dem entsprechenden Säurengrade die Bestimmung ganz wie sonst mittelst des Fibrins auszuführen.

Für die Wahl des Säuregrades hat man hier einen weiteren Spielraum als beim Fibrin, besonders wenn man die Verdauung im Brütofen anstellt, denn bei einer Temperatur von 38 Grad wird Eiweiss, wie ich dies in mehreren Versuchsreihen gesehen habe, bei allen Säuregraden von 1—7 nicht nur gut, sondern sogar ziemlich gleich gut verdaut; erst wenn man 7 überschreitet, nimmt die Verdauungszeit mit dem wachsenden Säuregrade stetig zu. Der Würfel oder Plättchen aus dem Weissen frischer Hühnereier darf man sich bedienen, weil bei ihrer Kleinheit und dem stärkeren Säuregrade etwa 4, den man hier wählen wird, ihr Alkaligehalt als solcher nicht in Betracht kommt und auch, wenn die Eier frisch und gut sind, während der Zeit, die der Versuch in Anspruch nimmt, sicher kein Zerfallen derselben in blosser verdünnter Salzsäure eintreten würde; denn das gekochte Eiweiss erhält sich, verschieden vom Fibrin, auch in der Brutwärme in verdünnter Salzsäure sehr lange. Aber eines muss man wohl beachten, dass die Stückchen so genau als möglich gleich gross genommen werden. Es ist dies hier viel wichtiger als beim Fibrin. Quillt die einmal rasch und gleichmässig auf, so beginnt auch die Veränderung in allen Theilen der Flocke und schreitet in ihnen, wenn auch nicht ganz gleichförmig, fort. Die Eiweissstückchen aber werden allmälig von aussen nach innen verzehrt und ein Grössenunterschied wirkt somit hier viel entschiedener auf die Verdauungszeit ein. Ich schneide eine mittelst eines breiten flachen Messers abgeschnittene Eiweissplatte von etwa 1 Millimeter Dicke mittelst paralleler und rechtwinklig auf einander stehender Messerzüge in Plättchen von etwa 2 Millimetern im Quadrat, und lege je eines in jedes Probeglas. So kleiner Eiweissstücke bediene ich mich, wenn ich mit kleinen Flüssigkeitsmengen arbeite, damit ihre Zusammensetzung und Wirksamkeit nicht durch das sich auflösende Eiweiss alterirt werden. Sind die Flüssigkeitsmengen grösser, so dass man dies nicht zu befürchten hat, so kann man grössere Eiweissstücke anwenden, doch bin ich nie über Würfel von drei Millimeter Seite hinausgegangen.

Es ist auch hier bei der Pepsinbestimmung mittelst Eiweiss zu beherzigen, dass die Anzeigen der verdünnteren langsamer verdauenden Lösungen mehr Werth haben, als die der rascher verdauenden; denn bei gewissen Concentrationsgraden zeigt sich kein Unterschied in der Verdauungszeit. Enthält eine Verdauungsflüssigkeit einmal so viel Pepsin, dass sie mit ihrem Eiweisswürfel von 3 Millim. Seite in weniger als 3 Stunden fertig wird, so thut es ihr auch eine andere nicht nothwendig zuvor, in der drei-, vier- ja 10mal so viel Pepsin auf dieselbe Flüssigkeitsmenge kommt. Ich ziehe zur Bestimmung der relativen Pepsinmenge vergleichende Gläser zu Rathe, in denen die Verdauung unter gleichen Umständen 6 und mehr Stunden in Anspruch nimmt.

**Wird bei der Verdauung Pepsin gebildet?**

Bekanntlich lehrt die herrschende Theorie der Verdauung, dass das Pepsin ein sogenanntes Ferment sei und dass es *als solches* die Eiweisskörper auflöse und in Peptone verwandle. Dieser Theorie folgt auch G. J. Mulder in seiner Abhandlung: „*Die Peptone*“ in Donders' und Berlin's Archiv für holländische Beiträge etc. [1]) und giebt ausserdem an, dass sich unter Umständen bei der Verdauung, ja selbst bei der blossen Digestion gewisser Eiweisskörper mit verdünnter Salzsäure Pepsin bilde. Die Sache ist folgende: Mulder findet, dass die Eiweisskörper, wie dies bekannt, unter der Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit ihr Verhalten gegen gewisse Reagentien verändern, er findet dass sie nach kürzerer oder längerer Zeit von Salpetersäure, kohlensaurem Ammoniak, essigsaurem Blei, gelbem Blutlaugensalz, Sublimat und schwefelsaurem Natron nicht mehr ausgefällt werden. Nun findet er, dass Legumin nach blosser Digestion mit verdünnter Salzsäure sich auch so verhält; er nimmt ohne Beweis an, dass diese Veränderung nur durch Pepsin hervorgebracht werden konnte und schliesst deshalb, dass sich auf Kosten eines Theiles des Legumins Pepsin gebildet habe. Seine Worte (Seite 21) sind folgende:

„Da man nicht berechtigt ist anzunehmen, dass die Wirkung der

---

[1]) Band II, Seite 1.

Salzsäure sich weiter erstrecke als aufzulösen, so ist man zur Erklärung der Peptonbildung durch verdünnte Salzsäure auf die Hypothese hingewiesen, dass ein Theil des zu verändernden Körpers sein eigenes Pepsin werde, ebenso wie bei der Hefenbildung, *ohne Hinzufügung von Hefe,* ein Theil der gebildeten Hefe zur Entstehung von mehr Hefe und Hefenbildung Veranlassung giebt."

Ferner heisst es auf Seite 22: „Was von dem Legumin gesagt ist, hat überhaupt mehr allgemeine Geltung: das Legumin hat aber eine bedeutende Verdauungswirkung. Ein Theil eines jeglichen in Pepton übergehenden Eiweisskörpers wirkt auf die übrigen Eiweisskörper zurück, dass sie ähnlich verwandelt werden. Das eigentlich sogenannte Pepsin *leitet die Wirkung ein und regt sie kräftig an;* sobald dies aber einmal geschehen ist, wirkt das in Umwandlung verkehrende auf das noch unveränderte so zurück, wie Anfangs das Pepsin auf die ruhende Masse."

Endlich auf Seite 27: „Die verdünnte Säure ist also von bedeutendem Einfluss auf die Verwandlung von nicht coagulirtem Eiweiss zu Pepton; die sich in Bewegung befindende organische Gruppe (Pepsin) unterstützt diese Wirkung, vermag sie aber nicht allein ohne Säure zu Stande zu bringen. Was schon früher erwähnt wurde, wiederholt sich mithin auch in diesem Falle, dass nämlich ein Theil der Eiweisskörper in der sauren Lösung als Pepsin wirkt."

Die Analyse dieser Theorie muss ich, so wie alle theoretischen Betrachtungen über die Verdauung, auf einen späteren Theil dieser Beiträge verschieben. Ich kann dies deshalb thun, weil es sich für unseren Zweck nicht darum handelt, zu entscheiden, ob sich während der Verdauung ein Körper bildet, der gewisse Veränderungen der *gelösten* Eiweisskörper anregt oder beschleunigt, sondern nur darum, ob sich ein Körper bildet, mittelst dessen salzsaurer Lösung man Eiweisskörper unter Umständen auflösen kann, unter denen sie sich in der verdünnten Salzsäure allein nicht gelöst haben würden. Ich finde nicht, dass Mulder hierfür irgend welche Erfahrung aufbringt und mir selbst ist es auch nicht gelungen eine solche zu machen.

Die mittelst Digestion von Legumin mit verdünnter Salzsäure erhaltene Flüssigkeit habe ich in dieser Beziehung völlig wirkungslos

gefunden. Ich habe den Versuch zu vier verschiedenen Malen bei Säuregraden von 1.—3 angestellt. Ich muss hinzufügen, dass es mir gar nicht gelungen ist, eine Flüssigkeit zu erhalten, die die Eigenschaften von Mulder's Peptonlösungen zeigte, sie wurde immer noch stark von Blutlaugensalz gefällt, obgleich ich sie länger als Mulder in der Blutwärme erhalten hatte. Wenn ich aber auch eine solche Flüssigkeit erhalten hätte, würde ich, so lange sie nicht Fibrin und Eiweiss löste, nicht geschlossen haben, dass Pepsin gebildet sei, sondern nur, dass sie ohne dasselbe gewisse Veränderungen erlitten habe. Ich stellte ausserdem noch folgenden Versuch an: Ich verdaute Blutfibrin mittelst Pepsinlösung vom Säuregrad = 1, von der so erhaltenen Flüssigkeit goss ich einen Theil in ein zweites Glas, in dem ich vorher Fibrin in verdünnter Salzsäure vom Säuregrade = 1 hatte vollständig anquellen lassen. Nachdem auch dieses Fibrin verdaut war, goss ich von der so erhaltenen Lösung wiederum einen Theil in ein drittes Glas, in welchem ich Fibrin in Salzsäure vom Säuregrad = 1 hatte anquellen lassen. Hätte sich bei der Verdauung Pepsin gebildet, so hätte ich dieses Verfahren begreiflicherweise für unbestimmte Zeit mit Erfolg fortsetzen können, aber das war nicht der Fall; die Verdauungszeiten wuchsen schnell und bald erzielte ich keine anderen Wirkungen mehr, als die, welche die blosse verdünnte Säure auch hervorbringt.

Ich muss deshalb mit der grossen Masse der früheren Beobachter der Ansicht sein, dass kein Theil der verdauten oder zu verdauenden Eiweisskörper in Pepsin umgewandelt wird. Ich habe diesen Punkt hier erörtern müssen, weil man begreiflicherweise das Pepsin aus seinen Wirkungen nicht quantitativ würde bestimmen können, wenn sich während der Verdauung neues bildete.

---

### II. Ueber die Art wie der Magensaft abgesondert wird.

Man nimmt jetzt allgemein an, dass der Magensaft mit saurer Reaction secernirt werde, nicht dass er dieselbe erst im Magen annehme, obgleich man nicht in Abrede stellt, dass er daselbst durch Zersetzung von Kohlenhydraten häufig einen beträchtlichen Zuwachs an Säure

erhalte. Die Beweise für die an sich saure Reaction des Magensaf sind folgende:

1. Es wird ein sauer reagirender Magensaft gewonnen, auch wen keine solchen Substanzen in den Magen gebracht sind, die zur Säu bildung das Material liefern können.

2. Bidder und Schmidt haben gefunden, dass die Summe d im Magensafte enthaltenen Basen nicht hinreicht, um die darin enthal tene *Salzsäure* zu sättigen, und die Salzsäure kann doch keinenfal aus den in den Magen gebrachten Kohlenhydraten entstanden sein.

3. Man hat den auf mechanische Reizung der Magenschleimha hervordringenden Saft sauer gefunden. Ueber letzteren Punkt sind in dessen die Autoren nicht einer Meinung, indem einige den durch mech nische Reizung enthaltenen Saft als neutral beschreiben.

Nichtsdestoweniger ist in neuester Zeit wiederum die Ansi verfochten worden, der Magensaft werde stets mit neutraler Reac secernirt.

Boudault sagt in seinem Aufsatze über das Pepsin [1]):

*Un grand nombre de savants ont admis que le suc gastrique e neutre, lorsqu' il était sécrété, d' autres au contraire ont admis qu' i était sécrété acide. Abordant cette question avec les secours combinés d la chimie et de la physiologie nous avons cherché à examiner la pr mière de ces questions. Cette partie du suc gastrique est elle sécré acide? Des animaux en pleine digestion ont été tués; on a séparé l muqueuse avec le plus grand soin: nous avons enlevé avec un filet d' ea destillée toutes les matières solubles jusqu' à ce que le papier bleu d tournesol ne rougisse plus, alors la caillette a été raclée, les cellules br sées et nous avons receuilli en lavant de nouveau avec l' eau destil un liquide parfaitement neutre. Ce liquide a éte mis en contact av de la fibrine pendant plusieurs heures, à une temperature de 40°, i n' y a pas eu digestion. Mais à une autre quantité de ce liquide m dans les mêmes conditions, nous avons ajouté une petite proportion d' ac*

[1]) Mém. sur la pepsine Journ. de méd. de Bruxelles, Dec. 1856.

*de lactique et au bout de deux heures, nous avons obtenu une digestion complète. De cette expèrience repetée un grand nombre de fois, sur des carnivores es sur des herbivores, il est facile à conclure que la pepsine est sécrêtée neutre.* Er zeigt nun, dass nach seinen Versuchen nicht nur der saure Magensaft, sondern auch der neutrale die Fähigkeit besitze Milchsäuregährung einzuleiten, dass somit derselbe im Stande sei, sich selbst aus den Kohlenhydraten der Nahrung die zur Verdauung nöthige Säure zu bereiten etc.

Hätte Boudault das Resultat seines Versuches unbefangen mit den anderweitig wohl constatirten Thatsachen verglichen, so würde er den erwähnten Schluss nicht gezogen haben. Er würde gesagt haben: Mein Erfolg lässt sich auch ohne die Annahme, dass der Magensaft neutral secernirt werde, noch auf zweierlei Art erklären:

1. Der saure Magensaft ist nicht hinreichend ausgewaschen. Die Menge, die davon in der Schleimhaut zurückgeblieben, ist zwar so gering, dass der Auszug blaues Lackmuspapier nicht röthet, aber das noch darin enthaltene Pepsin ist doch noch hinreichend, eine Verdauung einzuleiten.

2. In den Drüsen findet sich *neutrales,* durch Wasser ausziehbares Pepsin abgelagert, wenn dasselbe auch während des Lebens und im normalen Zustande nicht neutral in den Magen gelangt, sondern vorher in den Drüsen selbst von einer sauren Flüssigkeit aufgelöst wird.

Ich habe mich nun durch eine Reihe von Versuchen überzeugt, dass das letztere in der That der Fall ist. Ich präparirte von vier Schweinemägen, nachdem dieselben gut ausgewaschen waren, die Drüsenschleimhaut im Zusammenhange ab und wusch sie mit Wasser bis sie darauf gedrücktes Lackmuspapier nicht mehr röthete, dann liess ich sie mit dem Gängelmesser ganz fein zerkleinern, band den so erhaltenen Brei in ein starkes Leinentuch und knetete ihn unter Wasser, in ähnlicher Weise, wie man Waizenmehl unter Wasser knetet, um Stärke und Kleber von einander zu sondern. Hierbei drängten sich die aus ihrem Zusammenhange gerissenen Zellen durch die Maschen des Tuches und ich erhielt eine trübe Flüssigkeit, die nach längerem Stehen ein flockiges Sediment absetzte. Von diesem wurde sie abgehoben und durch Wasser ersetzt, dem etwas reines magnesiumfreies Koch-

salz beigemischt war, und das nach mehrmaligem Umrühren und Wiederabsetzen erneuert wurde. Der Zusatz von Kochsalz war gemacht um die Eiweisskörper besser in Lösung zu erhalten. Nachdem auf diese Weise einige Male gewaschen worden war, wurde an die Stelle der verdünnten Salzlösung blosses Wasser gesetzt und so das Chlornatrium wieder herausgewaschen. Das Ganze dauerte zehn Tage lang, während welcher Zeit das Gefäss immer in einer Temperatur zwischen 0 und 5° C. gehalten wurde. Nun wurde ein Theil des so gewaschenen Sediments herausgenommen, das Wasser davon abfiltrirt und die eine Hälfte in einem Cylinderglase mit reinem Wasser, die andere mit solchem, welches im Litre 1 Gramm ClH enthielt, übergossen. Beides digerirte ich durch zwei Stunden in einer Temperatur von 35—38° C. und filtrirte. Nachdem ich das neutrale Filtrat durch Zusatz von verdünnter Chlorwasserstoffsäure gleichfalls auf den Säuregrad = 1 gebracht hatte, warf ich in beide Filtrate Fibrinflocken und beobachtete nun, dass sie Pepsin in sehr ungleichen Mengen aufgenommen hatten: denn die Flüssigkeit, welche vor der Digestion mit den Labzellen angesäuert war, brauchte nur den neunten Theil der Zeit, um seine Fibrinflocken aufzulösen; die andere, die erst nach der Digestion angesäuert war, musste in der That sehr wenig aufgenommen haben. Als ich aber dieselben mit Wasser extrahirten Labzellen mit neuem Wasser übergoss und so lange stehen liess, bis sich ein fauliger Geruch einstellte, gab das Filtrat angesäuert wieder eine ziemlich wirksame Verdauungsflüssigkeit; es hatte im Beginn der fauligen Zersetzung das Wasser auch ohne Säure wieder mehr Pepsin aufgenommen. Hier war also erstens, nachdem alle Säure längst ausgewaschen, noch Pepsin vorhanden und zweitens war dasselbe unter übrigens gleichen Verhältnissen von der sehr verdünnten Chlorwassersäure in viel reichlicherer Menge als vom Wasser extrahirt worden. Das letztere war auch der Fall bei Labzellen, die sehr lange im trockenen Zustande aufbewahrt worden. Ich fand, dass der unlösliche Rückstand, den ein von den Herren Stephan und Lamatsch fabricirtes, bei mir schon fast drei Jahre aufbewahrtes Pepsin beim Behandeln mit Wasser hinterliess, grossentheils aus Labzellen bestand. Diesen wusch ich erst mit sehr verdünnter Kochsalslösung, dann mit Wasser anhaltend aus und ver-

fuhr dann ganz wie beim vorigen Versuche. Schon nach einer Stunde fand ich die Fibrinflocke in der vor der Digestion mit dem ausgewaschenen Pepsinrückstande angesäuerten Flüssigkeit aufgelöst; die andere, welche in der erst nach der Digestion angesäuerten Flüssigkeit lag, zeigte noch keine Veränderung: am andern Morgen fand ich sie aber auch verdaut. Bei einem anderen übrigens ganz gleichen Versuche vertheilte ich die vor der Digestion mit den Labzellen angesäuerte Flüssigkeit in mehrere Gläser, in denen sie, wie die folgende Tabelle zeigt, in verschiedenen Verhältnissen mit Wasser verdünnt waren, das 1 Gramm ClH im Litre enthält:

| Nr. des Glases. | Pepsinlösung vom Säuregrad = 1 in Kubikcent. | Verdünnte Salzsäure vom Säuregrad = 1 in Kubikcent. |
|---|---|---|
| 1 | 16 | 0 |
| 2 | 8 | 8 |
| 3 | 4 | 12 |
| 4 | 2 | 14 |
| 5 | 1 | 15. |

In alle Gläser wurden Fibrinflocken gelegt und ebenso in die erst nach der Digestion mit den Labzellen angesäuerte Flüssigkeit. Die letztere hielt bei der Verdauung nahezu gleichen Schritt mit dem Glase Nr. 4. Sie war um ein Geringes hinter demselben zurück. Ihr Pepsingehalt verhielt sich also zu dem der vor der Digestion angesäuerten Flüssigkeit etwa wie 1 zu 8, und doch hatte ich die für beide verwendeten Mengen von Flüssigkeit und Pepsinrückstand gleich gross genommen. Man glaube übrigens nicht, dass es sich hier um geringe Reste von Pepsin handelt, welche das Wasser nicht ausgezogen hat, und die nun durch die Säure gewonnen werden. Im Gegentheil, ein solcher vorläufig mit Wasser ausgewaschener Pepsinrückstand ist bisweilen eine wahre Quelle trefflicher Verdauungsflüssigkeit. Wenn man auf eine gegebene Menge desselben kein zu grosses Volum der verdünnten Salzsäure einwirken lässt und dieselbe dann abfiltrirt, so verzehrt sie eine hineingeworfene Fibrinflocke bei 20° in 10 bis 20 Minuten, sie leistet also fast das Aeuserste, was in dieser Beziehung bis jetzt überhaupt

erlangt worden ist [1]). Je öfter man die Extraction wiederholt, um so verdünnter, aber auch um so reiner wird die Pepsinlösung, so dass dies ein schätzbares Hülfsmittel bietet für die Erforschung der chemischen Eigenschaften des Pepins, von denen in einer anderen Abtheilung gehandelt werden wird. Auffallend ist es wie lange man die Extraction fortsetzen kann, ohne das Präparat vollständig zu erschöpfen, wenn man ihm nicht auf einmal zu viel Pepsin entzieht. Ich hatte einen solchen mit Wasser ausgewachsenen Rückstand auf dem Filtrum. Ich verstopfte den Trichter unten mit einem Kork und goss verdünnte Salzsäure auf. Nachdem ich dieselbe am andern Tage abgelassen und auf ihre Verdauungskraft geprüft hatte, wusch ich aus bis das Waschwasser Lackmuspapier nicht mehr röthete, verstopfte den Trichter, goss wieder Salzsäure auf, und so fort. Auf diese Weise konnte ich durch mehrere Monate immer noch Flüssigkeiten von, wenn gleich schwachen, doch vollkommen deutlichen verdauenden Eigenschaften erhalten. Dieser Versuch zeigt, dass auch unter der Einwirkung der Salzsäure keinesweges alles Pepsin sofort derartig in Lösung übergeht, dass es durch darauf folgendes Auswaschen mit ausgespült werden müsste, sondern dass es nur allmälig angegriffen wird, so dass neue Säureportionen noch immer neues Pepsin vorfinden.

Ein ähnlicher Versuch, der mit den Labdrüsen von Kälbermägen angestellt wurde, hatte einen von dem bisher beobachteten verschiedenen Erfolg.

Die Schleimhaut im Abomasus der Kälber ist bekanntlich sehr weich und zerreisslich; ich präparirte sie deshalb nicht ab, sondern liess sie mit einem hölzernen Messer von 4 gewaschenen Kalbsmägen abschaben, um die so erhaltenen flockigen Massen dann auf die früher beschriebene Weise auszuwaschen. Die Cylinderzellen quollen dabei stark auf, lösten sich von ihrem Mutterboden und wurden nach und nach mit der schleimig trüben, sich schlecht absetzenden Flüssigkeit

[1]) Ich habe später aus frischen Schweinsmägen Pepsinlösung dargestellt, welche Fibrinflocken bei 20° in noch kürzerer Zeit auflöste, aber ich kann nicht sagen, ob der Unterschied durch die Verdauungsflüssigkeit oder durch das Fibrin bedingt war, indem man beim Schlagen von Ochsenblut bald Fibrin erhält, das rascher, bald solches das langsamer verdaut wird.

abgehoben. Die sich rasch senkenden Lappen zeigte die mikroskopische Untersuchung bald als die *Membrana propria* der Drüsenschleimhaut, mit den Labzellen in den Schläuchen und etwas bindegewebiges Stroma zwischen denselben. Trotzdem, dass ich das Auswaschen bis gegen das Ende der zweiten Woche fortsetzte, zog blosses Wasser noch immer beträchtliche Mengen Pepsin aus, wenn jene Lappen damit in einer Temperatur von 35—38° C. digerirt wurden und zugleich eine Quantität Schleim, die sich beim Ansäuern durch die entstehende Trübung zu erkennen gab.

Frerichs, der bekanntlich schon vor Jahren Pepsin aus den Labzellen erhalten hat [1]), giebt an, dass sich dabei die Reaction, ohne dass er Säure zusetzte wochenlang schwach sauer erhalten habe. Ohne dies zu bestreiten, kann ich versichern, dass in meinem Falle jede Spur von saurer Reaction verschwunden war.

Ich presste nun eine Portion jener Lappen zwischen Leinwand und Fliesspapier in einer starken Schraubenpresse trocken aus und digerirte dann die eine Hälfte mit Wasser, die andere mit Salzsäure vom Säuregrad = 1. Das Wasser hatte noch wiederum Schleim und Pepsin, wenn auch weniger als die Säure, doch immer noch in beträchtlicher Quantität aufgenommen, wie die kräftige Verdauung zeigte, die sich mit Fibrin durch Ansäuern der Flüssigkeit einleiten liess. War dieses Resultat hierdurch auch den früheren unähnlich, so zeigte es doch wieder ebenso wie sie, dass man Pepsin in Menge aus den Labzellen extrahiren kann, lange nachdem jede Spur von saurer Reaction geschwunden ist. Wenn wir also auf diese Versuche und die anderer Beobachter zurückblicken, so können wir sicher schliessen, die organische Substanz, durch welche die Magenverdauung zu Stande kommt und die wir bis jetzt, ohne etwas Näheres über sie auszusagen, Pepsin nennen, sei in beträchtlichem Vorrathe als neutrale Verbindung in den Labzellen abgelagert. Sie ist durch Wasser, das 1 Gran ClH im Litre enthält, stets leicht daraus zu gewinnen, lässt sich aber durch nicht angesäuertes Wasser nur theilweise mit einiger Leichtigkeit extrahiren. Soll während des Lebens der saure Magensaft abgesondert werden,

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. Art Verdauung.

so wird sie also wahrscheinlich durch eine saure Flüssigkeit aufgelöst und gelangt so mit dieser als Magensaft aus den Drüsen in die Höhle des Magens selbst.

Die nächste Frage ist dann: Woher kommt diese saure Flüssigkeit? Ehe wir aber diese zu beantworten trachten, müssen wir doch untersuchen, ob wir denn jene saure Flüssigkeit, welche in den Drüsen das Pepsin auflösen soll, in denselben nachweisen können. Es wird sich zeigen, dass dies zwar gelingt, dass aber die Gelegenheit dazu keineswegs so häufig ist, als man vermuthen sollte. Versuchen wir es zunächst bei den Vögeln, bei denen die einzelnen Drüsen mit blossen Augen sichtbare und leicht mittelst Scheere und Messer isolirbare Körper sind.

Wenn man eine Taube mit Flügeln und Beinen rücklings auf ein gewöhnliches kleines Vivisectionsbrett bindet, so kann man ihr mit Leichtigkeit und fast ohne einen Tropfen Blut zu verlieren, den Kropf öffnen. Man findet die innere Oberfläche desselben stets alkalisch oder höchstens neutral, niemals sauer [1]), der Kropf mag leer sein oder gefüllt. Ebenso verhält es sich mit dem Oesophagus, in den man leicht von der Kropfwunde aus ein Lackmuspapier mittelst einer stumpfen, dünnschnabligen Schieber-Pincette einführen kann; sobald man aber bis in den Drüsenmagen gelangt, beginnt ganz plötzlich und scharf abgegrenzt stark saure Reaction. Dieselbe hängt nicht ab von Milchsäure, die sich aus der Stärke des Körnerfutters gebildet hat, denn es findet sich jene saure Reaction, und zwar anscheinend ungeschwächt, noch bei Tauben, die vier, ja fünf Tage lang nur mit reinem getrocknetem Blutfibrin, Kochsalz und Quarzstückchen gefüttert sind und keine Spur von vegetabilischem Futter im Kropf und Magen haben; ja bei solchen, welche dieselbe Zeit hindurch vollständig fasteten. Die Säure stammt also offenbar aus den Drüsen des Drüsenmagens. Man sollte also auch erwarten, sie dort in Menge angehäuft zu finden; das ist aber durchaus nicht der Fall. Man tödte die Taube, öffne sie schnell, löse von einer Stelle des Drüsenmagens die Muskelhaut ab, schneide

1) Man darf sich nicht dadurch täuschen lassen, dass bei getödteten Tauben auch das Innere des Kropfes sauer reagirt. Dies rührt von saurer Flüssigkeit her, die während des Todeskampfes aus dem Magen heraufgestossen worden ist.

dann mit der gekrümmten Scheere ein Stück aus den darunter liegenden Drüsenkörpern, ohne die Schleimhaut mitzufassen, und zerquetsche dieses Stück zwischen blauem Lackmuspapier, man wird sehen, dass es neutrale oder doch nur äusserst schwach saure Reaction zeigt. Selbst wenn das Thier in voller Verdauung ist, verhält sich die Sache nicht anders. Wenn also auch Säure in den Drüsen ist, so ist es doch so wenig, dass sie in Vermischung mit den übrigen Elementen des Drüsenparenchyms ganz oder doch nahezu neutralisirt erscheint. Es ist sicher eine höchst auffallende und überraschende Thatsache, im Innern des Magens eine verhältnissmässig so grosse Säuremenge zu finden, deren Quelle, wie ich oben gezeigt habe, unzweifelhaft die Labdrüsen waren, und in denselben auch während der Verdauung neutrale oder nur sehr schwach saure Reaction. Wenn man freilich den Magen eines Säugethieres längere Zeit nach dem Tode untersucht, so findet man das Drüsenparenchym entschieden sauer, aber das rührt nur von Leichenimbibition mit Magensaft her, die sich durch die ganze Dicke der Magenwand und bekanntlich oft noch viel weiter fortsetzt.

Ich muss hier an eine interessante Beobachtung von Bernard erinnern, die sich in den *Leçons sur les proprietés physiologiques et les alterations pathologiques des liquides de l'organisme* T. II, p. 375 findet. Hier heisst es:

*Expériences sur le suc gastrique (janvier 1850). Sur un lapin ayant peu mangé, on a injecté dans la veine jugulaire une dissolution de lactate de fer, puis une dissolution de prussiate de potasse, les deux dissolutions étaient tièdes.*

*Trois quarts d'heure après, l'animal a éte sacrifié, et à l'autopsie on n'a constaté la coloration bleue dans le tissu d'aucun organe. Les urines elles-mêmes, qui étaient alcalines et troubles, n'étaient pas bleues, quoiqu'elles continssent du prussiate de potasse et du sel de fer, car il suffisait d'ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou sulfurique pour faire apparaître immédiatement la coloration du bleu du Prusse. L'instantanéité de la réaction et son intensité ne permettent pas de confondre cette réaction avec celle qui se produirait lentement par suite de l'action de l'acide énergique sur le prussiate de potasse lui même. En ouvrant ensuite le canal intestinal, on trouva une coloration bleue*

*sur la surface muqueuse de l'estomac, et particulièrement sur la partie qui répond à la petite courbure de cet organe. Mais cette coloration était tout à fait superficielle; ce n'était qu' à la surface de la membrane muqueuse qu'existaient des parcelles de bleu de Prusse; et l'examen microscopique ne permit pas de constater la présence du bleu de Prusse dans les glandules stomacales. Cette expérience avait été instituée afin de déterminer exactement les glandes qui sécrètent le suc gastrique dans l'estomac. On admet, en effet, qu' il y a deux espèces de glandes dans la membrane muqueuse stomacale, les unes destinées à la sécrétion du mucus, les autres à celle du suc gastrique; mais c'est là une pure supposition anatomique plutôt qu'un fait physiologiquement établi. Or, voici d'après quel raisonnement j'avais institué l'expérience précédente. L'observation nous ayant montré qu' en injectant dans le sang du lactate de fer et du prussiate de potasse, la combinaison de ces deux substances ne peut pas s'effectuer dans le sang qui est un milieu alcalin, contenant en outre des substances albuminoïdes qui gênent les réactions. Ce n'est que lorsque ces deux substances viennent à passer du sang dans une sécretion acide que, trouvant les conditions favorables de la réaction, il y a formation de bleu de Prusse.*

*Or, c'est précisément ce qui a lieu pour le suc gastrique, qui est constamment acide, et dans lequel le sel de fer et le prussiate de potasse peuvent facilement donner du bleu de Prusse après avoir éte entraînés par la sécrétion. Si le suc gastrique s'etait formé dans certaines glandules avec ses propriétés acides caracteristiques, on devait avoir dans la glande même un précipité de bleu de Prusse indiquant par son siège l'organe sécréteur du suc gastrique. Le résultat de l'expérience n'a pas permis de juger la question, puisque le bleu de Prusse, que nous avons rencontré n'existait pas dans les glandules elles-mêmes, mais seulement à la surface de la membrane muqueuse stomacale. Cela permettrait-il de supposer que le suc gastrique n'acquiert ses propriétés qu'en dehors des glandes par son mélange avec les autres liquides de l'estomac? Sans entrer à ce sujet dans aucune hypothèse, nous nous bornons à signaler le fait.*

Es ist für unsern Zweck nicht nöthig, den Versuch in dieser Weise zu wiederholen. Man tödte ein Kaninchen durch einen Schlag

in's Genick, öffne es rasch, löse eine Strecke weit die Muskelhaut des Magens ab, und schneide dann vorsichtig mit einer feinen, nach der Fläche gekrümmten Scheere ein Stück des Drüsenparenchyms weg. Ist man dabei nirgends bis zur inneren Oberfläche vorgedrungen, so wird man sich überzeugen, dass man es zwischen blauem Lackmuspapier zerquetschen kann, ohne einen rothen Fleck zu erzeugen, während die geringste Spur von eben jener inneren Oberfläche einen solchen hervorruft. Um nun zu untersuchen, ob vielleicht, wie dies Bernard andeutet, der Labdrüsensaft erst durch Vermischung mit einem andern Secret sauer werde, wusch ich den Drüsenmagen einer seit vier Tagen mit Fibrin gefütterten Taube so lange mit Wasser aus, bis er keine saure Reaction mehr zeigte, und steckte ihn dann in eine der Seitentaschen des Kropfes einer lebenden Taube. Die Taube war gefesselt und der Drüsenmagen wurde durch eine künstliche Oeffnung, nachdem ich mich vorher überzeugt, dass im Kropf nirgends saure Reaction sei, in denselben eingebracht. Als ich ihn nach zwei Stunden herauszog, zeigte er deutlich saure Reaction, und eben so die Stelle des Kropfes, an welcher er gelegen hatte.

Ich tödtete nun eine Taube, die seit vier Tagen mit Fibrin gefüttert war, und legte den bis zum Verschwinden der sauren Reaction ausgewaschenen Drüsenmagen mit einem Stück des Kropfes in ein Probirglas, übergoss ihn mit so viel Wasser, dass er bedeckt war, digerirte bei 38° C., und die saure Reaction trat wieder ein. Jetzt machte ich denselben Versuch ohne Kropfstücke mit blossen Drüsenmägen, von denen ich auch den Oesophagus vollständig getrennt hatte. Das Resultat war dasselbe. Ich musste nun noch den Verdacht entfernen, als ob etwa im Innern der Drüsen doch noch freie Säure vorhanden gewesen, die bei der Digestion an die Oberfläche gekommen wäre.

Ich zerrieb deshalb Drüsenmägen von Tauben mit Steinschneiderquarz in einer Achatschale, um die Säurebildung in dem so erhaltenen Brei zu beobachten; es gelang mir nicht, diesen letzteren in vollkommen neutralem Zustande zu erhalten. Obgleich die einzelnen Drüsenkörper zwischen blauem Lackmuspapier zerquetscht keinen rothen Fleck gaben und obgleich die Oberfläche bis zum Verchwin-

den der sauren Reaction gewaschen war, so röthete der erhaltene Brei doch immer, wenn auch sehr schwach, Lackmuspapier; wahrscheinlich weil sich schon während des Verreibens wieder etwas Säure bildete. Diese nahm freilich durch Digestion deutlich zu, aber ich wünschte doch in Besitz eines schlagenderen und netteren Versuches zu sein. Zu dem Ende fütterte ich ein Huhn vier Tage lang mit Fibrin, fesselte es, öffnete ihm den Kropf, spritzte ihm durch den Oesophagus gebrannte Magnesia mit Wasser in den Drüsenmagen und tödtete es noch ehe ich die Spritze wieder herauszog. Dann öffnete ich es schnell, befreite den Drüsenmagen von den anhängenden Theilen, löste die Muskelhaut ab und zerrieb nun die Drüsen sammt der Schleimhaut mit Steinschneiderquarz. Der so erhaltene Brei mit den darin vertheilten noch unzerkleinerten Fetzen zeigte keine Spur saurer Reaction. Ich leerte das Ganze in ein Probirglas und brachte dies in ein Wasserbad, das ich auf 38° C. erwärmte. Dann liess ich es, da es Abend war und ich das Laboratorium verlassen musste, in der Nähe des Ofens stehen, damit es noch einige Zeit seine erhöhte Temperatur behalte. Am andern Morgen reagirte die Masse deutlich und entschieden sauer, indem sie ein hineingetauchtes blaues Lackmuspapier unverkennbar röthete.

Bei der äusserst geringen Menge der so gewonnenen Säure konnte ihre Natur begreiflicher Weise nicht direct ermittelt werden. Ich kochte deshalb den Drüsenmagen von Tauben, die durch vier Tage kein anderes Futter als wohlgewaschenes Blutfibrin erhalten hatten, mit verdünnter Schwefelsäure, und sättigte mit reinem kohlensauren Kalk, der durch Fällen von Chlorcalciumlösung mit kohlensaurem Natron erhalten war. Zu der abfiltrirten Flüssigkeit wurden einige Tropfen kohlensauren Natrons gesetzt und nochmals filtrirt. Das Filtrat mit Aetzkali versetzt, bräunte sich beim Erwärmen und reducirte schwefelsaures Kupferoxyd und basisch salpetersaures Wismuthoxyd. Da das wässerige Decoct der Drüsensubstanz durchaus keine reducirenden Eigenschaften besitzt und im Magensaft Milchsäure gefunden ist, so liessen diese Reactionen vermuthen, dass in den Drüsen ein Körper abgelagert sei, der mit Schwefelsäure gekocht Zucker, durch freiwillige Zersetzung in der Drüse bei einer Temperatur von einigen dreissig

Graden Milchsäure bilde; die Darstellung eines solchen Körpers aus der Magenschleimhaut oder den Magendrüsen von Tauben und Hühnern ist mir aber bis jetzt nicht gelungen. Immerhin blieb das Factum, dass in den Drüsen selbst die Elemente zur Bildung einer Säure gegeben seien, und ich habe endlich später Gelegenheit gehabt, trotz der vorerwähnten negativen Erfolge, mich unmittelbar zu überzeugen, dass in der That der saure Magensaft als solcher im Innern der Drüsen gebildet wird und dass der Mangel an saurer Reaction, den der Durchschnitt der Drüsen in der Regel zeigt, nur daher rührt, dass das saure Secret eben sehr vollständig ausgestossen ist. Die zusammengesetzten Drüsen des Hühnermagens sind verhältnissmässig gross und haben in ihrem Innern eine beträchtliche Höhle, in die sämmtliche Tubuli einmünden. Hierin habe ich nun bisweilen stark saure Reaction, wie sie der Magensaft selbst zeigt, beobachtet. Sie war nicht überall gleichmässig verbreitet, sondern zeigte sich nur in einzelnen Gruppen, und die Drüsen, an denen sie beobachtet wurden, zeichneten sich vor den übrigen durch ihren Reichthum an flüssigem Inhalte aus. Ich habe diesen sauren Saft im Innern der Drüsen selbst an einem Huhne beobachtet, das sechs Tage lang nur mit Fibrin gefüttert war und dessen Magen ich unmittelbar vor dem Tode in der oben erwähnten Weise mit Magnesiamilch (*Magnesia usta* mit Wasser) ausgespritzt hatte, so dass die Schleimhaut-Oberfläche keine saure Reaction zeigte.

Es kann also kein Zweifel mehr darüber bestehen, das Secret der Labdrüsen ist sauer schon im Innern der Drüsen noch ehe es mit anderen Flüssigkeiten in Berührung kommt, und wenn das Innere der Drüsen, wie dies allerdings meistens der Fall ist, wenig oder gar nicht sauer gefunden wird, so liegt dies eben nur daran, dass wenig oder gar kein Secret darin enthalten ist.

Da wir zugleich gesehen haben, dass sich im Drüsenparenchym eine Substanz befindet, welche auch nach dem Tode und ausserhalb des Organismus zur Säurebildung Veranlassung gibt, so könnte sich die Vorstellung von der Bereitung des Magensaftes auf den ersten Anblick sehr einfach gestalten. Man könnte denken: In den Labzellen wird Pepsin und säurebildende Substanz abgelagert, die letztere geht

eine freiwillige Zersetzung ein, die so gebildete Säure löst einen Theil des Pepsins auf und transsudirt mit ihm in das Lumen der Drüse, von wo sie als *succus gastricus* in den Magen gelangt. Bei näherer Betrachtung wird sich aber die Unzulänglichkeit dieser Vorstellung leicht ergeben.

Zunächst würde die so gebildete Säure doch nur eine organische, wahrscheinlich Milchsäure, sein können. Schmidt hat aber nachgewiesen, dass im Magensafte, wenigstens bisweilen, so viel Chlor enthalten ist, dass die vorhandenen Metalle nicht ausreichen, um dasselbe vollständig in Chlormetallen zu binden, dass man also hier das Vorhandensein von freier Chlorwasserstoffsäure annehmen muss. Wollten wir diesen Zustand aus der oben erwähnten Vorstellung erklären, so müssten wir annehmen, dass die Milchsäure Chlormetalle zersetzt habe, die so gebildeten milchsauren Salze ganz oder theilweise resorbirt worden seien, während die freie Chlorwasserstoffsäure im Magen zurückblieb; ein Vorgang, dessen Mechanik sich keineswegs ohne weitere Voraussetzung begreifen lässt.

Ein zweiter bedenklicher Punkt ist das Missverhältniss der Säuremenge, welche man durch Digestion der gewaschenen Magenschleimhaut erhält, und derjenigen, welche im Leben abgesondert wird. Erstere ist unverhältnissmässig gering. Im günstigen Falle ist es eben so viel, dass blaues Lackmuspapier deutlich und entschieden geröthet wird, während andererseits bekannt ist, welche Säuremengen im Leben in verhältnissmässig kurzer Zeit von der Magenschleimhaut abgesondert werden können. Schreibt man ferner der Säure keine besondere Tendenz zu, an die innere Oberfläche zu gelangen, so wird bei der steten Diffusion mit dem alkalischen Blute, das die *Membrana propria* der Labdrüsen bespült, offenbar der grösste Theil der gebildeten Säure für die Secretion verloren gehen und es würde deshalb noch weniger zu begreifen sein, wie eben diese Secretion an Säure so reich sein kann. Unmittelbar nach dem Tode finden wir die zerquetschten Pepsindrüsen in der Regel neutral oder doch sehr schwach sauer, einige Zeit nach dem Tode dagegen ist nicht allein die Schleimhaut, sondern auch die Muskelhaut von Säure durchtränkt, die sich bereits den Nachbargebilden mitgetheilt hat; ja wir kennen Fälle, in denen

der ganze Magen und ein Theil der anliegenden Eingeweide verdaut war. Bernard sah an Thieren, die in der Verdauung getödtet und bei einer Temperatur, die sich der Blutwärme näherte, aufbewahrt waren, die halbe Leber, die Milz und selbst einen Theil des Darmkanals zerstört. Welche Mengen von Säure müssten hiernach bei der Verdauung gebildet und welche Mengen in das Blut resorbirt werden, wenn im Leben wie nach dem Tode zwischen der Säure und der alkalischen Säftemasse, dem stets in neuen Mengen durch die Schleimhaut strömenden alkalischen Blute, freie Diffusion stattfände, wenn nicht die Säure durch eine besondere Einwirkung nach innen von den Labzellen festgehalten würde, und wie klein ist dagegen die Menge von Säure, welche wir thatsächlich durch Digestion der gewaschenen Schleimhaut erhalten, selbst wenn wir zugeben, dass vielleicht ein Theil derselben durch gleichzeitig gebildete basische Zersetzungsprodukte verdeckt war!

Wir sehen uns also genöthigt, der Säure eine besondere Tendenz nach der Innenseite der Schleimhaut zuzuschreiben, wenn wir uns auch vorläufig keine Rechenschaft geben können, wie dieselbe zu Stande kommt.

Wenn wir uns aber einmal dieser unabweisbaren Anforderung der Einführung einer unbekannten Grösse gefügt haben, so sind damit auch die wesentlichen Schwierigkeiten überwunden. Es begreift sich dann die Möglichkeit, dass die saure Reaction auf die Innenseite der Drüsen beschränkt bleibt, ohne dass man annimmt, es dringe zwar fortwährend Säure in Menge tiefer in die Gewebe ein, werde aber sofort durch das Blut neutralisirt und ausgewaschen. Man begreift ferner, wie die zerquetschten Drüsen unmittelbar nach dem Tode neutral oder doch nur ganz schwach sauer sein können. Sie haben ihr Secret entleert und das Gewebe selbst ist nicht mit saurer, vielleicht gar mit alkalischer Flüssigkeit getränkt, so dass durch diese noch ein etwaiger Rest sauren Inhaltes neutralisirt werden kann.

Man begreift aber auch, dass die im Mageninhalte des in der Verdauung getödteten Thieres in grosser Menge enthaltene Säure nach dem Tode, wenn eben jener Einfluss, der sie nach der Innenseite der Schleimhaut zu bannte, nicht mehr vorhanden ist,

die Gewebe durchdringt und sie unter Mitwirkung des Pepsins zerstören kann.

Es macht dann auch das Vorkommen von freier Chlorwasserstoffsäure im Magen keine Schwierigkeit mehr, denn wenn wir einmal annehmen, dass hier Kräfte wirksam sind, welche die Säuren nach der einen, die Basen nach der anderen Seite treiben, so ist auch die Entstehung der Chlorwasserstoffsäure aus den in Menge vorhandenen Chlormetallen leicht begreiflich [1]).

Endlich muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass nicht unwahrscheinlich gerade aus der Anhäufung der Säure an der Innenseite des Labdrüsensystems eine Hülfe für die Secretion als mechanischen Act entsteht, indem dadurch zugleich die Diffusionsverhältnisse wesentlich und vielleicht in dem Sinne geändert werden, dass das in der sauren Flüssigkeit leicht lösliche Pepsin mit dieser als Magensaft reichlich aus der Drüse quillt, dass somit der wirksame Magensaft reichlicher abgesondert wird, als es unter übrigens gleichen Umständen ohne jene Anhäufung der Säure der Fall sein würde.

Aber woher sollen wir die Kräfte ableiten, welche hier trennend wirken?

Wir wissen aus vielfältiger Erfahrung, dass die Secretion des

---

[1]) Unter den an sauren Secreten wirbelloser Thiere gemachten Erfahrungen, die meiner Ansicht nach dieselbe Hypothese unabweislich zu ihrer Erklärung erheischen, will ich hier nur eine anführen, die mir besonders schlagend scheint. Als sich Johannes Müller und Troschel im Herbste 1853 in Messina befanden, sah letzterer, dass der (sogenannte) Speichel, den ein kräftiges Exemplar von *Dolium galea* Lam. auf die Kalksteinplatten des Estrichs spritzte, auf demselben sofort in Schaum verwandelt wurde. Er sammelte von einer Menge Exemplaren der dort häufigen Schnecke eine ziemliche Quantität Flüssigkeit, die Boedecker analysirte. Sie ergab in 100 Theilen:

0.4 freie wasserfreie Salzsäure (HCl),
2.7 freies Schwefelsäurehydrat ($HO.SO^3$) = 2.2 Proc. wasserfreie Schwefelsäure,
1.4 wasserfreie, mit Basen zu neutralem Salze verbundene Schwefelsäure,
1.6 Magnesia, Kali, Natron, etwas Ammoniak, sehr wenig Kalk, nebst organischer Substanz,
93.9 Wasser,
100.0.

Poggendorff's Annalen XCIII. 614.

Magensaftes unter dem Einflusse des Nervensytems steht, wir wissen, dass die innere Oberfläche des Magens im nüchternen Zustande bei Säugethieren oft neutral und selbst alkalisch reagirt, dass aber sofort saurer Magensaft zufliesst, wenn Speisen eingenommen werden, ja dass derselbe schon durch mechanische Reizmittel erhalten werden kann; wir müssen also jene Einwirkung, deren Quelle wir suchen, zunächst vom Nervensystem ableiten, wenn wir diesem damit nicht etwas zumuthen, was es keinenfalls zu leisten im Stande ist. Das Letztere scheint mir nicht der Fall zu sein. Wir wissen, dass das Nervensystem im Zusammenhang mit gewissen Structuren, die wir Muskeln nennen, deren elektromotorische Eigenschaften plötzlich und wesentlich verändert und dabei beträchtliche mechanische Kräfte zur Wirksamkeit bringt; wir wissen, dass das Nervensystem in Verbindung mit gewissen anderen Structuren dieselben plötzlich in heftig wirkende elektrische Apparate verwandelt; können wir es hiernach bei dem nahen und unmittelbaren Zusammenhange der elektrischen Erscheinungen mit denen der chemischen Zersetzung so unwahrscheinlich finden, dass ein Theil des Nervensystems in Verbindung mit den Labdrüsen die Fähigkeit besitze, die Säuren nach deren innerer Oberfläche, die Basen nach der entgegengesetzten Richtung hin zu dirigiren? Man kann sich dann, wie oben erwähnt, denken, dass durch diesen Vorgang und durch die Veränderung, die er in den Löslichkeits- und Diffusionsverhältnissen hervorruft, die Absonderung des Magensaftes, wie wir sie im Leben beobachten, vom Nervensystem aus eingeleitet wird. Dies scheint mir die Richtung zu sein, nach welcher sich unsere Forschung zunächst zu wenden hat; wir müssen nur, ehe wir hier weiter vorzudringen suchen, die Sicherheit haben, dass keine Thatsache bekannt ist, welche sich mit der eben entwickelten Vorstellung unvereinbar zeigt. Ich kenne keine solche. Man könnte anführen, dass Bidder und Schmidt Hunde, deren Vagi am Halse durchschnitten waren, noch sauren Magensaft absondern sahen [1]), ja dass

[1]) Ich habe mehrere Versuche über den Einfluss der Vagi auf die Secretion von saurem Magensaft an Tauben angestellt und will hier beispielsweise nur einen mittheilen, dessen Resultat laut genug für sich selber spricht. Ich hatte eine junge aber starke und ausgewachsene Haustaube fünf Tage lang mit gut gewaschenem Blut-

dessen gewogene Menge und durch Sättigen mit Kali bestimmte Säuregehalt grossentheils gar nicht unbeträchtlich war; aber solche Erfahrungen beweisen offenbar nur, dass es die eben hier durchschnittenen Nervenbahnen nicht waren, auf welchen die Impulse für die Absonderung geleitet werden; man kann sich auf sie nicht stützen, um den Nerveneinfluss im Allgemeinen in Abrede zu stellen, was übrigens von Seiten der genannten Autoren auch keineswegs geschieht.

In der That hat Pinkus[1]) nach Durchschneidung der Vagi im *Foramen oesophageum* den Magensaft alkalisch gefunden, aber die operativen Eingriffe waren so bedeutend, die beobachteten Erscheinungen so complicirt und die Thiere erlagen den Versuchen in zu kurzer Zeit, dass dieselben für unseren Zweck nicht ohne weiteres verwerthet werden können.

**III. Ueber die Produkte, welche Hühnereiweiss und Blutfibrin bei der künstlichen Verdauung geben.**

Ich hatte die Absicht, die Verdauungsprodukte erst in einer späteren Abtheilung dieser Beiträge zu behandeln, aber zwei Prä-

---

fibrin gefüttert; dann durchschnitt ich ihr beide Vagi, die leicht von der Rückseite des Halses von einer median angelegten Hautwunde erreicht werden. Hierauf liess ich sie noch fünf Tage auf Fibrinfutter. Sie war frisch und munter, aber stark abgemagert und als ich sie auf das Vivisectionsbrett band, um eine Kropffistel anzulegen, spie sie eine grosse Menge neutraler trüber Flüssigkeit, mit der ihr Kropf angefüllt gewesen war. Es ist dies eine schon durch Bernard *(Syst. nerv. II. 428)* bekannte Erscheinung, die daher rührt, dass die Thiere wohl aus dem Schnabel in den Kropf aber nicht aus dem Kropfe in den Magen schlingen können. Nach Anlegung der Fistel fand sich auch eine beträchtliche Menge von unverdautem Fibrin im Kropfe, das in den Seitentaschen desselben angehäuft war. Als ich ein Lackmuspapier durch die Fistel in den Oesophagus einbrachte, fand ich, dass da, wo der Drüsenmagen anfing, auch saure Reaction begann.

Ich kannte diese Stelle aus früheren Versuchen an gesunden Tauben sehr genau, indem ich den Schnabel einer Frick'schen Pincette mit einem Streifen blauen Lackmuspapiers umwickelte und ihn stets bis zur selben Tiefe einführte. Nun tödtete ich das Thier, öffnete den Drüsen- und Muskelmagen und fand in letzterem nie nicht eine Spur einer verdaulichen Substanz, sondern nur Steine und ausserdem eine sehr grosse Menge einer stark stark sauren durch beigemischte Galle grün gefärbten Flüssigkeit, eine so grosse Menge, wie ich sie bei gesunden Tauben selbst während der vollen Verdauung nie gesehen hatte. Auch bei anderen Tauben, deren Magen ich kürzere oder längere Zeit nach Durchschneidung der Vagi geöffnet, fand ich den Inhalt nie neutral oder alkalisch, sondern immer stark sauer gefunden.

[1]) Meissner's Bericht über d. Fortschritte der Physiologie im Jahre 1856, S. 351.

cationen der neueren Zeit bestimmten mich, ihnen schon jetzt ein Capitel zu widmen, wenngleich dadurch die natürliche Reihenfolge der Dinge etwas gestört erscheint. Es waren die Abhandlungen von G. J. Mulder [1]) über Peptone und die Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper von G. Meissner [2]).

Letzterer spricht sich dahin aus, dass die Verdauungsprodukte eines jeden Eiweisskörpers Pepton und Parapepton seien. Als letzteres bezeichnet er den Körper, der beim Neutralisiren der sauren, die Verdauungsprodukte enthaltenden Flüssigkeit herausfällt, und giebt an, dass durch Zusatz von Chlorkalium zu der (chlorwasserstoff-) sauren Lösung salzsaures Parapepton gefällt werde.

Dass aus den Flüssigkeiten, in denen geronnene Eiweisskörper mittelst künstlicher Verdauung gelöst worden sind, gleich nach erfolgter Lösung durch Neutralisation oder, wie Meissner richtig angiebt, schon vor derselben beim Abstumpfen der Säure ein eiweissartiger Körper gefällt wird, ist sicher und ausser Zweifel. Schon Theodor Schwann stiess auf denselben, als er die Verdauungsprodukte des Fibrins untersuchte, und bei Mulder finden wir ihn wieder als Niederschlag der durch kohlensaures Ammoniak erzeugt, beim Ueberschuss desselben wieder aufgelöst wird. Aber Meissner schreibt ihm eine neue Eigenschaft zu, nämlich die, dass er von der Verdauungsflüssigkeit zwar aufgelöst, aber nicht weiter verändert werde, indem er sich durch Neutralisation vollständig und unverändert wieder daraus fällen lasse. Er befindet sich hierdurch im Widerspruch mit mehreren älteren Angaben und insonderheit mit den Resultaten jener neueren Arbeit von Mulder, der angiebt, dass er durch blosse Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit alle Eiweisskörper so weit verändert habe, dass durch Neutralisation mit kohlensaurem Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt werden konnte. Dieser Widerspruch muss zuerst gelöst werden.

Obgleich mir die progressiven Veränderungen, welche die Eiweisskörper in der Verdauungsflüssigkeit erleiden, aus früheren Versuchen

---

[1]) Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde (1858), Bd. II, S. I.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. VII.

bekannt waren, so wollte ich doch, da Meissner mit französischem Pepsin gearbeitet hatte, was ich in der Regel nicht gethan [1]), da er ferner mit Kali neutralisirt hatte, während ich mich des Ammoniaks bediente etc., noch einen Versuch anstellen.

Ich mischte Hühnereiweiss mit Wasser, fügte Chlorwasserstoffsäure hinzu, bis sich blaues Lackmuspapier violet färbte, filtrirte von den Flocken ab, und coagulirte das Filtrat im Wasserbade. Das so gewonnene geronnene Eiweiss verdaute ich mittelst französischen Pepsins und Chlorwasserstoffsäure zu 1 Gramm ClH im Litre Wasser.

Ich liess die Verdauung nicht in der Wärme, sondern bei gewöhnlicher Lufttemperatur vor sich gehen, weil ich schon aus Erfahrung wusste, dass dann der Körper, den Meissner Parapepton nennt, in grösserer Menge erhalten wird, als beim Digeriren in der Wärme, da in letzterer die weitere Zerlegung rascher fortschreitet. Die filtrirte Flüssigkeit gab denn auch mit Kali ein reichliches Neutralisationspräcipitat und wurde durch Chlorkalium und ebenso durch Kochsalz und schwefelsaures Natron gefällt. Nun brachte ich sie in einen Brütofen, in dem sie zwischen 35 und 38° Cels. gehalten wurde. Von Zeit zu Zeit herausgenommene Proben zeigten, dass das Neutralisationspräcipitat abnahm. Nach 15 Stunden konnte es nicht mehr erhalten werden, und auch Chlorkalium, Chlornatrium etc. fällten die Flüssigkeit nicht mehr.

Das sogenannte Parapepton konnte also weder als solches, noch als salzsaures Parapepton gefällt werden. Ich habe ferner das Neutralisationspräcipitat von durch Hitze coagulirtem und mittelst französischem Pepsin, nach Meissner's Angabe, verdautem Hühnereiweiss in neuer Verdauungsflüssigkeit gelöst und durch Digestion mit derselben in der Wärme so weit verändert, dass es weder durch Neutralisation noch durch Chlorkalium mehr gefällt wurde.

Meissner's Angabe über die Unveränderlichkeit des sogenannten Parapeptons in Verdauungsflüssigkeit rührt wahrscheinlich

[1]) Ich hatte meine Versuche begonnen mit dem unter II. erwähnten Pepsin, das ich von den Herren DD. Stefan und Lamatsch erhalten hatte, und von dem ich je nach Umständen wässerige oder salzsaure Auszüge bereitete, später habe ich mir meine Verdauungsflüssigkeit aus frischen Schweinsmägen dargestellt.

daher, dass er seine Versuche bei zu niedriger Temperatur angestellt hat. Bei solcher hält sich allerdings der durch Neutralisation fällbare Eiweisskörper oft lange Zeit in der Verdauungsflüssigkeit. In meinem Tagebuche finde ich unter dem 28. März 1857 einen Verdauungsversuch mit durch Hitze coagulirtem Hühnereiweiss beschrieben, bei dem es vom Neutralisationspräcipitat heisst: „Dieses Präcipitat erschien noch in einer Portion, die 8 Tage lang am kühlen Orte gestanden hatte."

Wenn man einerseits die eben besprochene Angabe Meissner's nicht aufrecht erhalten kann, so wird man sich andererseits nicht gedrungen fühlen, Mulder's Ansicht beizupflichten, dass alle zur Resorption kommenden Eiweisskörper erst in das zerfällt werden, was er Peptone nennt, das heisst in Körper, die aus der sauren Lösung nicht gefällt werden durch:

Kochen,
Alkohol,
Salpetersäure,
Carbonas Ammoniae,
Acetas plumbi neuter,
Gelbes Blutlaugensalz,
Sulphas Sodae [1]).

Um diese Veränderungen hervorzubringen, setzte Mulder die Eiweisskörper in der Regel 4 Tage der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit aus, während der sie täglich durch 8 Stunden bei einer Temperatur von 40° Celsius erhalten wurden. Diejenigen, welche die Lehre von den Peptonen, ihrer ausschliesslichen Resorptionsfähigkeit und ihrer Regeneration oder Recomposition zu Eiweiss, Fibrin etc. aufgestellt oder angenommen haben, sind in der That mit befremdender Leichtigkeit hinweggegangen über die Langsamkeit, mit der die Peptonbildung erfolgt, oder, wie wir uns lieber ausdrücken wollen, über die Langsamkeit, mit der die Reactionen der gelösten aber als solcher noch vorhandenen Eiweisskörper verschwinden; denn nur aus diesem Verschwinden schliesst man auf Bildung sogenannter Peptone,

[1]) Mulder l. c. p. s.

da für sie bekanntlich keine positiven Reactionen existiren. Fragen wir uns, wie lange im Körper des Menschen Zeit zur Peptonbildung gegeben ist?

Beaumont giebt nach seinen Beobachtungen an St. Martin für sehr volle Mahlzeiten allerdings die Zeit der Magenverdauung auf 6 und 6 ½ Stunden an, bei mässigen Mahlzeiten war sie aber geringer, ja es kommen Beobachtungen wie folgende vor:

Zweite Reihe, Exp. 43. Um 11 ½ Uhr zwei gebackene Eier und drei reife Aepfel, nach 40 Minuten anfangende Digestion, um 12 ½ Uhr der Magen leer. Exp. 44. An demselben Tage um 2 Uhr geröstetes Schweinefleisch und Vegetabilien; um 3 Uhr halbe Chymification, um 4 Uhr nichts mehr im Magen. Dass diese Zeiten nicht hinreichen, die Eiweisskörper der gebackenen Eier und des gerösteten Rindfleisches vollständig in sogenannte Peptone überzuführen, wird jedem einleuchten, der sich mit Verdauungsversuchen beschäftigt hat, namentlich wird er wissen, dass dies in Versuch 44 nicht um 4 Uhr der Fall sein konnte, wenn um 3 Uhr erst halbe Chymification beobachtet wurde.

Hören wir ferner W. Busch in seinem so lehrreichen Beitrag zur Physiologie der Verdauungsorgane [1]). Er beobachtete die Zeit, nach der die genossenen Nahrungsmittel in einem im oberen Theil des Dünndarms befindlichen *anus praeternaturalis* zum Vorschein kamen. Er sagt: „Wurde ein Nahrungsmittel gegessen, welches leicht wieder zu erkennen war, wie Fleisch, Eier oder ein Gemüse, Brod etc. so sah man durchschnittlich zwischen 15 und 30 Minuten die ersten Nahrungsbrocken zum Vorschein kommen. Um aus der grossen Menge von Beobachtungen Beispiele zu geben, folgen hier einige, in welchen die kürzeste und längste Frist, welche überhaupt beobachtet wurde, enthalten sind.

Gekochte Eier nach 26 Minuten,
„ „ „ 20 „
„ „ „ 35 „
Kohl nach . . . 19 „
„ „ . . . 15 „

[1]) Virchow's Archiv, Bd. XIV. (1858.) S. 140.

Fleisch nach . . 30 Minuten.
„ „ . . 22 „
Mohrrüben nach . 12 „
Kartoffeln nach . 15 „ u. s. w.

Wenn eine reichliche Mahlzeit genommen war, so dauerte es durchschnittlich 3—4 Stunden bis alles entfernt war. Einzelne kleine Spürchen fanden sich zwar auch noch später vor, erschienen dann aber als verirrte Partikeln in der Masse des neugenossenen. Die einzige Ausnahme bildete hiervon, dass wenn Abends eine grosse Portion von Nahrungsmitteln verzehrt wurde, diese nur zum Theil des Abends abgingen, während der andere Theil erst am frühen Morgen zum Vorschein kam."

Wenn Fleisch und Eier in der Fistelöffnung noch als Brocken erkannt wurden, so konnten sie selbstredend nicht in Peptone umgewandelt sein, im Gleichen fand schon Gmelin im Dünndarm durch Hitze gerinnbares Eiweiss wieder und Busch hat dies bestätigt.

Mulder erkennt selbst an, das die Peptonbildung im Magen nicht vollendet werden könne, aber er meint sie werde im Darmkanal fortgesetzt.

Die Versuche über künstliche Verdauung lehren, dass dieselbe mit dem Schwinden der sauren Reaction aufhört und einem ganz anderen Zersetzungsprocesse Platz macht. Im Dünndarm aber nimmt der Speisebrei durch die Zumischung alkalischer Secrete sehr bald neutrale, dann alkalische Reaction an. Versuche über künstliche Verdauung lehren ferner, dass die Galle, in einiger Menge der Verdauungsflüssigkeit zugemischt, ihre Wirkung völlig aufhebt, auch wenn das Gemenge sauer reagirt. Die hierüber gemachten Angaben sind vollkommen richtig. Im Duodenum nun wird dem Speisebrei die Galle in reichlicher Menge zugemischt; die Annahme, dass im weiteren Verlaufe des Dünndarms die Peptonbildung noch fortgesetzt werde, wird also durch unsere künstlichen Verdauungsversuche keineswegs wahrscheinlich gemacht. Es ist kein Zweifel, dass noch weiter und weiter ein Auflösungs- und Umwandlungsprocess stattfindet, dass aber die Produkte desselben identisch seien mit denen, welche die andauernde Einwirkung des sauren Magensaftes hervorbringt, diese Annahme ist, wenn man die Verschiedenheit

der Reaction und die Verschiedenheit der wirkenden Agentien berücksichtigt, vor der Hand in so weit ganz willkürlich, als jene Peptone wirklich, wie dies Mulder von den seinen aussagt, Produkte der chemischen Zersetzung, nicht bloss Produkte der Auflösung und des mechanischen Zerfalls sein sollen.

L. Corvisart lehrt freilich geradezu, dass der *succus pancreaticus* die Eiweisskörper in wahre Peptone verwandle; die Gründe, welche er dafür angiebt, sind aber nicht genügend. Prüfen wir sie einzeln:

1. Das Verdauungsprodukt soll bei der Trommer'schen Zuckerprobe die Reduction des Kupferoxyds zu Oxydul gehindert haben, wie dies nach Longet die aus der Magenverdauung hervorgehenden Körper (sogenannte Peptone) thun. Dieser Grund ist schon deshalb ohne alle Bedeutung, weil Longet's Angabe, wie schon Meissner richtig bemerkt, auf einem Irrthum beruht. Die Reduction des Kupferoxyds geht ungestört vor sich, aber das gebildete Oxydul bleibt, wo es nicht in sehr grosser Menge vorhanden ist, in Lösung. Dies kann erfahrungsmässig durch so viel verschiedene Körper bedingt sein, dass niemand im Ernste daran denken wird, hieraus einen diagnostischen Charakter zu machen.

2. Das Verdauungsprodukt, das aus coagulirtem Eiweiss erhalten war, gerann in der Hitze nicht. — Kennt man denn bis jetzt irgend ein Lösungsmittel, durch das man aus durch Hitze geronnenem Eiweiss eine Flüssigkeit erhielte, die beim Kochen noch einmal gerinnt?

3. Eine Reihe von Reagentien, nämlich: Kali, Essigsäure, Salpetersäure, Pikrinsäure, schwefelsaure Thonerde, Platinbichlorür brachten in beiden Flüssigkeiten (der, in welcher geronnenes Eiweiss mit Pepsin, und der, in der es mit sogenanntem Pankreatin verdaut war), die übrigens vorher aufgekocht und filtrirt waren, keinen Niederschlag hervor. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass dergleichen negative Charaktere nicht die chemische Identität zweier Lösungen beweisen können, so lange nicht die Verbindungen, welche möglicher Weise darin enthalten, der Zahl nach begrenzt und einzeln in ihrem Verhalten gegen die erwähnten Reagentien bekannt sind.

4. Quecksilberdeutochlorür, essigsaures Blei- und salpetersaures Silberoxyd brachten in beiden Flüssigkeiten Fällungen hervor. — Die

Niederschläge sind nicht auf ihre Identität untersucht und können deshalb nichts beweisen.

5. Galle brachte in beiden Flüssigkeiten, wenn sie sauer waren, Trübungen hervor, die in einem Ueberschuss von Galle sich wieder auflösten.

Es ist schwer zu begreifen, wie der Verfasser diese Reaction unter denen aufführen kann, welche die Identität beider Verdauungsprodukte beweisen sollen, da er selbst auf Seite 28 mit voller Berechtigung sagt: Nous avons reconnu précédemment que le précipité formé au contact de la bile et du chyme n'était point formé par les aliments digérés ou peptones, puisqu'il se forme en leur absence absolue.

Liest man endlich, dass schon das Ansehen der beiden Flüssigkeiten vor der Filtration verschieden war, indem die eine als laiteux, die andere als sirupeux beschrieben wird, so sieht man nicht ein, was ihn bewogen hat, die Identität beider Arten von Verdauungsprodukten so zuversichtlich zu behaupten. Meissner sagt zwar auch, sie seien einander so ähnlich, dass man sie nicht unterscheiden könne, aber er führt nicht an, dass es ihm gelungen sei, irgend einen positiven Charakter zu entdecken, auf den man einigen Werth legen könnte. Auch erhielt er überhaupt nur Verdauung mit saurem Pancreasinfus, während bekanntlich der Chymus im Dünndarm normaler Weise nur kurze Zeit sauer bleibt, dann neutral und später alkalisch wird. Wenn also wirklich, was keineswegs bewiesen ist, die wirksame Substanz des Pancreassaftes *bei saurer Reaction* dieselben Verdauungsprodukte wie das Pepsin lieferte, so würde damit die Zeit für die Peptonbildung durchaus nicht auf die ganze Dünndarmverdauung ausgedehnt sein, sondern nur auf den Anfang derselben.

Wie sollen wir endlich die Identität dieser oder jener Verdauungsprodukte mit den sogenannten Peptonen nachweisen, so lange wir eben jene Peptone selbst nicht besser kennen? Wie es mit unseren Kenntnissen von denselben steht, wird auch dem Uneingeweihten durch eine blosse Vergleichung der Angaben von Lehmann, Corvisart und Mulder klar werden.

So wünschenswerth uns nun auch eine genauere Kenntniss dieses Gegenstandes sein würde, so scheint mir doch zugleich aus dem bis-

her Gesagten hervorzugehen, dass die Körper, welche sich durch a *dauernde* Einwirkung sauerer Pepsinlösungen auf Eiweisskörper bilde für die Lehre von der Verdauung erst in zweiter Reihe in Betrac kommen und wir uns zunächst mit den Produkten beschäftigen müsse welche *unmittelbar* bei der Auflösung der Eiweisskörper durch de sauren Magensaft entstehen, denn diese sind es, welche zunächst un immer im Magen des lebenden Menschen gebildet werden. Wende wir uns unter diesen zuerst zu dem Neutralisationspräcipitat, welche Meissner den Namen Parapepton gegeben hat. Dieser Name mus die Vorstellung erwecken, dass das Pepsin bei der Bildung des sob nannten Körpers ein wesentlicher und nothwendiger Factor sei. Di ist aber durch nichts bewiesen, im Gegentheil man erhält die Erscheinungen ganz so wie sie Meissner beschreibt auch wenn man frisch ausgewaschenes Blutfibrin in Wasser, das 1 Gramm ClH im Litre enthält, zerfallen lässt und filtrirt. Beim Abstumpfen der Säure des Filtrats wird man die Entstehung eines reichlichen Neutralisationspräcipitats nicht übersehen können. Man versetze ferner Hühnereiweiss m Wasser und soviel verdünnter Chlorwasserstoffsäure, dass blaues Lackmuspapier eben violet gefärbt wird, und filtrire dann von der entstandenen flockigen Trübung ab; man wird finden, dass das Filtrat weder durch sehr verdünnte Salzsäure noch durch verdünnte Alkalien gefällt wird. Nun bringe man es aber auf den Säuregrad 1 (1 Gramm ClH in Litre Flüssigkeit) und überlasse es der Digestion ohne Pepsin. Man wird finden, dass nach einiger Zeit bei Abstumpfung der Säure ein reichliches Neutralisationspräcipitat entsteht. Hat man aber vor der Digestion auch noch Pepsin hinzugesetzt, so erhält man kein Neutralisationspräcipitat, höchstens eine schwache Trübung. Hier wird also Meissner Parapepton erhalten ohne Pepsin und wenn unter übrigens ganz gleichen Umständen Pepsin mit in Thätigkeit gesetzt worden ist so erhält man es nicht.

Meissner führt unter den wesentlichen Eigenschaften des Parapeptons auf, dass es aus der salzsauren Lösung durch Chlorkalium gefällt werde und bezeichnet den so entstandenen in Wasser löslichen Niederschlag als salzsaures Parapepton. Er erwähnt nicht, dass man wie dies ohnehin allgemein bekannt, auch aus Eiweisslösungen, die ge

nicht der Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt worden sind, durch Ansäuern und Zusatz von Chlorkalium oder einem anderen löslichen Chlormetalle oder Neutralsalze einen solchen Niederschlag erhält. So wird auch die saure Flüssigkeit, welche man durch Zerfallen von Fibrin in verdünnter Salzsäure ohne Mitwirkung von Pepsin erhält, durch Salzlösungen gefällt, desgleichen die saure Flüssigkeit, welche man erhält, wenn man lösliches Eiweiss mit blosser verdünnter Salzsäure ohne allen Zusatz von Pepsin digerirt.

Ich will hier auf die chemische Constitution dieser Niederschläge nicht näher eingehen, sondern nur die Beziehung erörtern, in der sie zu den Quellungserscheinungen der Eiweisskörper stehen.

Man übergiesse zwei frisch ausgewaschene Fibrinproben *A* und *B* mit derselben Kochsalzlösung und beachte, dass sie darin etwas schrumpfen, dann füge man zu *B* Essigsäure oder verdünnte Chlorwasserstoffsäure, wodurch in Wasser aufgeschwemmtes Fibrin bekanntlich aufquillt, und man wird bemerken, dass es hier noch stärker schrumpft. Man lasse andererseits eine Fibrinflocke in verdünnter Salzsäure anquellen und füge dann Kochsalzlösung hinzu, und man wird finden, dass sie schrumpft, weiss und undurchsichtig wird. Man kann durch Anwendung anderer Säuren und anderer Salze die Versuche noch vielfältig variiren und kommt schliesslich zu dem Resultate, dass Chlornatrium, Chlorkalium, Salmiak, Glaubersalz, Salpeter u. s. w. dem in Säuren angequollenen Fibrin stark Wasser entziehen, während das frische Blutfibrin in alkalischen Salzlösungen bekanntlich trüb durchscheinend wird, nach und nach zerfällt und sich auflöst. Auch dem von mir durch langsame Zersetzung des Lieberkühn'schen Kalialbuminats erhaltenen Eiweisskörper [1]) entziehen, wenn er in verdünnten Säuren angequollen ist, Salzlösungen energisch Wasser, so dass er wieder fest, weiss und undurchsichtig wird.

Wenn dabei die Säure etwas von dem Eiweisskörper aufgelöst hat, so wird sie durch die Salzlösung getrübt. Man kann sich also das Entstehen des Präcipitats in saurer Lösung so denken, dass in derselben kleine stark aufgequollene Eiweisspartikeln enthalten sind, denen

[1]) E. Brücke über die Ursache der Gerinnung des Blutes, Virchow's Archiv, XII, (1857.) S. 193.

durch das Salz Wasser entzogen wird, und die deshalb anfangs die Flüssigkeit trüben, dann sich in Form eines feinflockigen Niederschlages zu Boden setzen.

Ich muss übrigens bemerken, dass sich unter den Verdauungsprodukten der Eiweisskörper auch solche finden, die durch Salze aus der sauren Lösung, aber nicht durch Neutralisation gefällt werden. So dass also die Eiweisskörper, welche Meissner als Parapepton bezeichnet, möglicher Weise verschieden sein können, je nach dem Fällungsmittel, das er anwendet. Wenn man frisch ausgewaschenes Blutfibrin verdaut, die filtrirte Flüssigkeit neutralisirt, vom Neutralisationspräcipitat (Meissner's Parapepton) abfiltrirt, mit Kochsalz oder Chlorkalium versetzt und wieder mit Salzsäure ansäuert, so entsteht ein neuer Niederschlag. Hier war also erst durch Neutralisation Meissner's Parapepton als solches ausgefällt worden, und dann wurde durch Chlorkalium und Salzsäure aus dem Filtrat ein neuer Niederschlag erhalten, der nach den Anschauungen von Meissner wieder salzsaures Parapepton sein müsste, was offenbar nicht sein könnte, wenn anders das Parapepton durch Neutralisation vollständig gefällt wird. Es ist indessen in der That ziemlich wahrscheinlich, dass diese beiden Eiweisskörper, wenn sie auch den Namen Parapepton nicht verdienen, doch identisch sind. Das Neutralisationspräcipitat vom verdauten Blutfibrin ist nämlich in Salzen löslich, und was später durch Chlorkalium und Salzsäure gefällt wird, mag nur der durch die Salze der Flüssigkeit in Lösung erhaltene Rest sein. Stellt man denselben Versuch mit durch Hitze coagulirtem Hühnereiweiss an, so erhält man keinen zweiten Niederschlag, höchstens eine unbedeutende Trübung.

Meissner sagt ferner von seinem Parapepton: „Es löst sich in Wasser, welches etwa 3 Procent ClH enthält. Ist aber mehr freie Säure vorhanden (ähnlich ist das Verhalten auch bei Salpetersäure), so wird das Parapepton gefällt, löst sich aber dann wieder bei einem gewissen Ueberschuss in den concentrirten Mineralsäuren."

Auch hier findet sich eine Analogie zwischen anscheinend gelösten und bloss aufgequollenen Eiweisskörpern. Blutfibrin quillt bekanntlich in verdünnter Chlorwasserstoffsäure auf, setzt man aber dann stärkere hinzu, so schrumpft es, wird weiss und undurchsichtig, quillt aber in

concentrirter Chlorwasserstoffsäure wieder auf, um sich allmälig darin unter Zersetzung zu lösen.

Ebenso verhält sich der oben erwähnte, von mir durch langsame Zersetzung des Lieberkühn'schen Kalialbuminats dargestellte Eiweisskörper. Es muss übrigens wiederum bemerkt werden, dass dies Verhalten gegen Salzsäure keineswegs für Meissner's Parapepton charakteristisch ist, dass es sich bei Eiweisskörpern wieder findet, die nie mit Pepsin in Berührung gekommen sind.

So wird die durch Zerfallen von Fibrin in verdünnter Salzsäure erhaltene Flüssigkeit durch Neutralisation gefällt, das Neutralisationspräcipitat durch schwache Salzsäure gelöst, durch concentrirtere wieder gefällt, endlich durch noch concentrirtere wieder gelöst. Ebenso verhält sich das Neutralisationspräcipitat, welches man von löslichem Eiweiss erhält, das nicht mit Verdauungsflüssigkeit, sondern nur mit verdünnter Salzsäure ohne Pepsin digerirt worden ist.

Meissner sagt: „Nicht coagulirtes Albumin liefert ganz dieselben Verdauungsprodukte (wie durch Hitze coagulirtes Hühnereiweiss), eignet sich aber nicht so gut zu Versuchen, weil sich das nicht verdaute schwerer erkennen und trennen läst." Dieser Angabe kann ich nicht beitreten. Man verdünne frisches Hühnereiweiss mit Wasser und neutralisire es mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure, oder besser, man füge davon so viel hinzu, dass die Eiweisslösung gut bereitetes blaues Lackmuspapier eben violet färbt und filtrire von dem entstandenen Niederschlage ab. Die eine Hälfte des Filtrats coagulire man im Wasserbade, die andere nicht. Dann versetze man jede von beiden mit gleich viel Pepsin, bringe sie beide auf denselben Säuregrad und überlasse sie der Digestion in ein und derselben Temperatur.

Nachdem das geronnene Eiweiss gelöst ist, untersuche man beide Flüssigkeiten. Man wird finden, *dass die vom geronnenen Eiweiss herrührende ein Neutralisationspräcipitat* (Meissner's Parapepton) *giebt, die andere aber nicht,* höchstens eine schwache Trübung, die durch einige Tropfen Kochsalzlösung wieder geklärt wird.

Nun erhitze man eine Probe dieser zweiten neutralisirten Flüssigkeit, und man wird bemerken, dass sie sich beim Kochen trübt und ein flockiges Präcipitat auscheidet. Sie enthält also noch lösliches, in

der gewöhnlichen Weise coagulirbares Albumin, das sich unter den Verdauungsprodukten des durch Hitze geronnenen Eiweisses nicht nachweisen lässt. Erhitzt man die Verdauungsprodukte des löslichen Eiweisses *vor* dem Neutralisiren, so tritt keine Gerinnung ein (nur wenn man relativ zu der Verdauungsflüssigkeit sehr viel Eiweiss genommen hat, kann die Flüssigkeit gelatinös werden, indem dann die von Magendie zuerst beobachtete, in der Wärme schmelzende Gallerte entsteht, zu deren Bildung das Eiweiss in sauren Lösungen Veranlassung giebt), aber wenn man die Flüssigkeit erkalten lässt und dann neutralisirt, so erhält man ein Präcipitat. Also erst verdauen und dann kochen hat zu demselben Resultat geführt, wie erst kochen und dann verdauen.

Verdaut man den durch langsame Zersetzung des Lieberkühn'schen Kalialbuminats erhaltenen Eiweisskörper, den ich in meiner Abhandlung über die Ursache der Gerinnung des Blutes [1]) beschrieben habe, so erhält man davon ein reichliches Neutralisationspräcipitat, und die davon abfiltrirte Flüssigkeit bleibt beim Kochen ebenso unverändert, wie wir dies beim durch Hitze coagulirten Hühnereiweiss gesehen haben. Anders verhält es sich mit dem Blutfibrin, das diesem Eiweisskörper in mancher Beziehung so ähnlich ist. Wenn man frisch ausgewaschenes Blutfibrin verdaut, so giebt die Lösung beim Neutralisiren auch ein Präcipitat. Ist dasselbe durch Ammoniak hervorgebracht, so löst es sich, was, wie wir später sehen werden, keineswegs eine allgemeine Eigenschaft der von uns betrachteten Neutralisationspräcipitate ist, bei Zusatz von Kochsalzlösung leicht und vollständig wieder auf, ganz wie der Eiweisskörper, den man aus Blutserum oder Hühnereiweiss durch Neutralisation und Wasserzusatz fällen kann. Löst man das Neutralisationspräcipitat nicht wieder auf, sondern filtrirt von demselben ab, so erhält man eine Flüssigkeit, welche, wie dies schon Theodor Schwann beobachtete, beim Kochen reichliche Flocken von geronnenem Eiweiss ausscheidet. Es ist bekannt, dass das Fibrin in Salpeterlösung oder durch Faulen in Wasser gelöst ebenfalls eine in der Hitze gerinnende Flüssigkeit giebt und ich habe früher gezeigt, dass, wenn man frisches Blutplasma erst ansäuert und später wieder

[1]) Virchow's Archiv, XII. (1857.) S. 193.

neutralisirt, das Fibrin darin als in der Hitze gerinnbares Eiweiss gelöst bleibt [1]). Nach allem diesen kann man wohl nicht zweifeln, dass im Fibrin Albumin von derjenigen Modification enthalten ist, die wir gewöhnlich als lösliches Eiweiss bezeichnen, wenn es sich auch hier nicht ohne weiteres löst. Nicht so in dem durch langsame Zersetzung des Kalialbuminats erhaltenen Eiweisskörper. Dieser hatte beim Verdauen kein gewöhnliches Eiweiss gegeben, sondern nur solches, das beim Abstumpfen der Säure gefällt wird, und als ich denselben Körper faulen liess, erhielt ich wiederum kein gewöhnliches durch Neutralisiren oder Ansäuern nicht fällbares aber in der Hitze gerinnendes Eiweiss, sondern nur solches, das beim Ansäuern der alkalischen Lösung gefällt wurde.

Ich machte mich nun daran, zu untersuchen, ob sich das Fibrin durch Kochen oder durch Behandlung mit Kali in derselben Weise, wie das Eiweiss modificiren lasse.

Ich kochte zunächst frisch ausgewaschenes Blutfibrin und verdaute es dann mittelst Pepsinlösung. Es war bedeutend schwerer verdaulich als rohes Blutfibrin. Die nach erfolgter Lösung erhaltene Flüssigkeit gab ein reichliches Neutralisationspräcipitat und das davon abfiltrirte gerann beim Kochen nicht. Eben so wenig konnte ich durch Fäulniss oder Maceration in Salzlösungen aus gekochtem Fibrin eine in der Hitze gerinnbare Flüssigkeit erhalten. Das Eiweiss also war in dem Fibrin in ähnlicher Weise durch die Siedhitze verändert worden, wie es sich verändert, wenn man lösliches Hühnereiweiss durch Hitze coagulirt. Die Veränderung also, die das Eiweiss durch die Hitze erleidet, ist, in so weit sie hier erforscht worden, unabhängig vom Process des Gerinnens, denn vorher sahen wir sie eintreten, ohne dass das gelöste Eiweiss gerann, hier sehen wir sie eintreten nach der freiwilligen bei gewöhnlicher Temperatur erfolgten Gerinnung.

Ich löste ferner Fibrin bei gewöhnlicher Temperatur und im verschlossenen Gefässe in verdünnter Kalilauge auf und fällte mit verdünnter Salzsäure. Den so erhaltenen wohl ausgewaschenen Niederschlag, der sich übrigens auch in blosser verdünnter Salzsäure löste,

[1]) Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes. Virchow's Archiv l. c.

digerirte ich mit Verdauungsflüssigkeit. Die dadurch erhaltene Lösung gab ein reichliches Neutralisationspräcipitat, und das von demselben abfiltrirte gerann beim Kochen nicht.

Ich liess ferner Fibrin in Kalilösung nur anquellen, dann in sehr verdünnter Essigsäure das Kali sich wieder mit dieser verbinden und wusch das Fibrin aus. Der so erhaltene Körper wurde verdaut; die erzielte Flüssigkeit gab ein reichlicheres Neutralisationspräcipitat, als dies bei frischem Fibrin der Fall ist, und das davon abfiltrirte trübte sich zwar beim Kochen, aber schied doch ohne Vergleich weniger Eiweiss aus, als man unter übrigens gleichen Umständen von rohem Fibrin erhält, das nicht mit Kali behandelt worden ist. Das Kali wirkte also hier auf das Albumin im Faserstoff in ähnlicher Weise wie bei der Bereitung des Kalialbuminats auf das Albumin im löslichen Eiweiss.

Alles bisher Gesagte zeigt einerseits, dass die in Meissner's Abhandlung aufgestellten Ansichten nicht haltbar sind, andererseits dass uns die Einwirkung des sauren Magensaftes zunächst Produkte giebt, denen theilweise der Stempel der Muttersubstanzen noch deutlich aufgeprägt ist. Ja wir erkennen einzelne dieser Körper geradezu als Produkte des mechanischen Zerfalls.

Meissner sagt mit Recht, dass die Flüssigkeiten, ehe das Parapepton ausgefällt ist, opalisiren, während die vom Parapepton (Neutralisationspräcipitat) abfiltrirte Flüssigkeit vollkommen klar sei. Das Opalisiren ist meiner Erfahrung nach am stärksten in Flüssigkeiten, in denen in der Hitze coagulirtes Eiweiss verdaut ist, und stärker wenn die Verdauung bei gewöhnlicher Temperatur als wenn sie im Brütofen von Statten gegangen war. Das Opalisiren rührt bekanntlich immer davon her, dass im Inneren der Substanz, die man opalisirend nennt, Licht zerstreut wird. Dies zertreute Licht kann entweder herrühren von Fluorescenz, dann ist es nicht polarisirt, oder es kann herrühren von der Reflexion an im Inneren vertheilten Körpern von anderem Brechungsindex als die Substanz selbst; dann ist das Licht polarisirt. Keine Flüssigkeit kann in ihrem Inneren polarisirtes Licht zerstreuen, wenn nicht in ihr Partikeln einer anders brechenden Substanz vertheilt sind, an deren Oberflächen das Licht reflectirt wird. Bereiten wir nun unsere Flüssigkeit mittelst Verdauung von geronne-

nem Eiweiss. Lassen wir die Verdauung bei gewöhnlicher Temperatur, nicht im Brütofen vor sich gehen, weil wir aus Erfahrung wissen, dass wir den durch Neutralisation fällbaren Eiweisskörper (Meissner's Parapepton) dann in grösserer Menge erhalten und mithin die Flüssigkeit auch stärker opalisirt. Leiten wir mittelst einer Sammellinse einen Kegel concentrirten Sonnenlichtes hinein, er wird sich vermöge des von ihm ausgehenden zerstreuten Lichtes sichtbar machen. Wir untersuchen dasselbe mittelst eines vor dem Auge sich langsam drehenden Nikol'schen Prisma's und finden, dass es polarisirt ist.

Es müssen also in der Flüssigkeit das Licht reflectirende Partikeln enthalten sein, und diese sind Eiweisspartikeln, die in der verdünnten Säure aufgequollen sind; stumpft man die Säure ab, so schrumpfen sie wie eine in verdünnter Salzsäure aufgequollene Fibrinflocke, die Opalescenz geht in stärkere und stärkere Trübung über, endlich setzt sich ein Präcipitat zu Boden und die davon abfiltrirte Flüssigkeit ist nun vollkommen klar und ohne eine Spur von Opalescenz. Ferner bemerkt Mulder mit Recht, dass die Eiweisskörper ihre charakteristischen Eigenschaften bei der Verdauung nicht alle gleichzeitig, sondern eine nach der andern verlieren. Wenn die Verdauungsflüssigkeit schon so lange eingewirkt hat, dass kein Neutralisationspräcipitat mehr entsteht, so kann durch Blutlaugensalz noch Eiweiss erhalten werden, und wenn es durch Blutlaugensalz nicht mehr gefällt wird, so giebt es mit Salpetersäure gekocht noch Xanthoproteinsäure. Wir haben, wenn wir uns der Ampère'chen Nomenclatur anschliessen, in dem der Verdauung unterliegenden Eiweiss eine Masse, die in Partikeln zerfällt, die Partikeln in Molecule, die Molecule in Atome, durch deren Austausch oder Lagenveränderung dann die eigentlich chemischen Veränderungen hervorgebracht werden.

Dies Zerfallen in Partikeln, die als solche noch die Charaktere der Muttersubstanz an sich tragen, stimmt nicht überein mit der Vorstellung, dass das Eiweiss als homogene Substanz durch die sogenannte Fermentwirkung des Pepsins unter Veränderung der Anordnung seiner kleinsten Theile aufgelöst werde, denn nach dieser Vorstellung müsste die chemische Veränderung gleichen Schritt halten mit der

Auflösung, und was einmal aufgelöst ist, müsste die Charaktere darbieten, die man den sogenannten Peptonen zuschreibt.

Das Zerfallen in Partikeln stimmt ferner auch nicht mit der Vorstellung, dass das Eiweiss als homogene Substanz durch den Magensaft zunächst einfach gelöst werde, denn eine homogene Substanz zerfällt bei ihrer Lösung nicht in Partikeln, sondern in Molekeln, die als solche mit dem Menstruum eine klare Lösung geben müssen und nicht als in ihr suspendirte Körperchen polarisirtes Licht reflectiren können. Dagegen kann das Verhalten des geronnenen Eiweisses auf zweierlei Art erklärt werden.

1. Man nimmt an, dass das geronnene Eiweiss ein mechanisches Gemenge von zweierlei chemisch verschiedenen Substanzen sei, wovon die eine leichter, die andere schwerer aufgelöst wird.

2. Man nimmt an, dass das Eiweiss zwar nicht ein Gemenge zweier chemisch verschiedenen Substanzen, dass es aber mechanisch nicht homogen sei, das heisst, dass die Molecule gruppenweise fester unter einander verbunden sind, so dass es bei der Verdauung deshalb zunächst in Partikeln, d. h. Moleculgruppen, zerfällt, die dann erst weiter aufgelöst werden.

# XXIV.

## Ueber die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die motorischen Nerven.

Von v. Bezhold [1]).

1. Durch die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die motorischen Nerven des Frosches, wird die Geschwindigkeit, mit welcher die Erregung sich innerhalb derselben fortpflanzt, herabgesetzt.

2. Diese Verlangsamung der Fortpflanzung durch den Einfluss des Giftes tritt sehr früh ein in den intramuscularen Nerven; bedeutend langsamer und später, und nur bei sehr grossen Gaben des Giftes in den motorischen Nervenfasern der Stämme.

3. Die durch den Einfluss des Pfeilgiftes erzeugte Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung wächst mit fortschreitender Vergiftung mehr und mehr; sie ist mit einer stetig zunehmenden Abschwächung der Erregung während der Fortpflanzung verbunden; sie geht endlich über in eine totale Unfähigkeit des Nerven, Erregungen, die innerhalb desselben stattfinden, fortzupflanzen.

4. Als grösste Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung im Nerven habe ich in bisherigen Versuchen die Herab-

[1]) Aus den Sitzungsberichten der physikalisch-mathematischen Klasse der Berliner Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

setzung der Schnelligkeit, mit welcher der Reiz sich im N. ischiadicus des Frosches bei 15° C. fortpflanzt, von 26 Meter auf 5,5 Meter in der Secunde beobachtet.

5. Der zeitliche Verlauf der Muskelverkürzung nach directer Erregung wird durch die Einwirkung des Pfeilgiftes nicht geändert.

6. Der zeitliche Verlauf der Muskelverkürzung nach Erregung des Nerven wird mit zunehmender Verlangsamung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch die Einwirkung des Pfeilgiftes bis um das Doppelte verzögert.

## XXV.

# Ueber Herzreizung und ihr Verhältniss zum Blutdruck.

Von Dr. Einbrodt aus Moskau [1]).

---

Die Thatsachen, welche über die Folgen der elektrischen Reizung des Herzens und seiner Nerven bekannt geworden sind, bin ich befähigt, um einige neue zu vermehren in Folge einer Untersuchung, die ich im Laboratorium des Herrn Prof. Ludwig angestellt habe.

Zu meinen Versuchen habe ich lebende Kaninchen oder Hunde benutzt, deren Brusthöhle entweder geöffnet wurde oder auch geschlossen blieb. Um in dem letzteren Falle die Aenderungen der Herzbewegung wahrzunehmen, bediente ich mich theils des Blutdrucks und theils eines vom Herzen in Bewegung gesetzten Fühlhebels. Die Verbindung dieses Hebels mit dem Herzen wurde hergestellt durch eine Nadel, die durch die Brustwand hindurch in der von Middeldorpf angegebenen Weise in den Ventrikel eingestossen war. Das freie Ende dieser Nadel führt nun bekanntlich, indem sie aufsteigt, auch rotirende Bewegungen aus. Da es mir nur darauf ankam, die senkrechte Componente ihrer Bahn aufzufangen, so machte ich die seitlichen Bewegungen des Nadelendes für den Hebel unwirksam, eine Bedingung,

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

die besonders darum erfüllt werden musste, weil ohnedies der Hebel nicht allein einen schleudernden Gang angenommen, sondern auch kleine Bewegungen des Herzens selbst gehemmt oder wenigstens nicht angezeigt hätte. Da die Erhebungen der Nadel aber sehr gering, oft kaum merklich waren, so wurde der Hebel zum Fühlhebel umgestaltet und weil die vergrösserten Ausschläge auf die Trommel des Kymographions verzeichnet werden sollten, so wurde der bogenförmige Weg den das freie Ende des langen Arms beschrieb, in einen geradlinigen umgesetzt. — Somit kam der Hebel zu folgenden Einrichtungen. An dem Gestell der rotirenden Trommel wurde das Achsenlager des Hebels befestigt und zwar so, dass es auf- und abgeschoben und in jeder Höhe festgestellt werden konnte. Der Schreibstift, welcher das Ende des langen Hebelarmes bildet, wurde durch eine feine Stahlfeder gegen die Trommelfläche angepresst und zwar so, dass die Stahlfeder am meisten verkürzt war, wenn der Hebel horizontal lag, während sie sich ausdehnte, sowie der Hebel nach oben oder unten aus der genannten Lage wich. Es war also dieselbe Einrichtung in Anwendung gebracht, welche den Physiologen vom Myographion her bekannt ist. Die Verbindung des Hebels mit der Herznadel geschah durch ein gebrochenes, aus zwei Stücken zusammengesetztes Stäbchen, das von dem kurzen Hebelarm herabhing. Das untere Stückchen desselben trug an seinem freien Ende eine Klammer, durch die es an die Herznadel befestigt werden konnte, und sein anderes Ende hing beweglich in einer Achse, die in das untere Ende des oberen Stäbchenstückes eingelassen war: diese Achse stand senkrecht zu der des Hebels; das obere Ende des oberen Stückchens war ebenfalls in einer Achse aufgehängt, die aber natürlich mit der des Hebels gleich lief. Diese Einrichtung, die in ihrer Gesammtheit nur dazu dienen sollte, die Zahl der Herzschläge zu notiren, erfüllte ihren Zweck, denn sie ging leicht genug, um selbst geringe Stösse zu empfinden und sie war an das Herz hinreichend befestigt, um sich nicht unabhängig von ihm bewegen zu können.

Der Manometer sollte zunächst den mittleren Blutdruck bestimmen, also die Arbeit, welche das in seinen Bewegungen geänderte Herz an den Blutstrom legte. Man erhielt aus seinen Daten aber auch einen vollkommenen Aufschluss über die Schlagfolge des Herzens; nur dass

wenn die Herzbewegungen zitternd und sehr schwach wurden, prägten sich im Hebel die Herzstösse anders aus als in den Blutimpulsen auf das Manometer; wenn aber die Bewegungen des Herzens auch noch so zahlreich, und der Puls nur nicht fadenförmig war, so gaben Manometer und Hebel immer gleichviel Herzschläge an, zum Beweis, dass nach den von Ludwig [1]) gegebenen Vorschriften die Trägheit des Quecksilbers wirklich unschädlich gemacht werden kann.

Die Reizung wurde auf das Herz übertragen durch zwei Nadeln, die einige Linien von einander entfernt da eingestochen wurden, wo der Herzschlag am lebhaftesten fühlbar war; da mir anderweitig bekannt war, dass die Wahl des angegriffenen Ortes nicht gleichgiltig ist für den Erfolg der Reizung, so hätte es von vorn hinein nothwendig erscheinen können, denselben noch bestimmter festzustellen, als es durch die angegebene Bezeichnungsweise geschehen; die Erfahrung lehrte jedoch, dass sie genügt, denn ich erhielt bei ihrer Befolgung unter sonst gleichen Umständen auch gleiche Resultate.

Als reizende Vorrichtung diente entweder ein Element Grove oder ein du Bois'scher Schlitten, der durch ein solches Element in Bewegung gesetzt wurde. Mochte der constante Strom oder die Inductionsschläge angewendet werden, immer begann ich den Versuch mit schwachen Einwirkungen, die ich auf bekannte Weise so lange steigerte, bis sie merkliche Veränderungen in der Herzbewegung erzeugten, erst dann begann die Aufzeichnung auf der Trommel. Der Schliessungsbeginn und die Schliessungsdauer wurden ebenfalls auf der rotirenden Trommel niedergeschrieben durch eine Feder, deren Träger die Kette schloss, wenn sie selbst das Papier berührte.

Alle übrigen hier vorkommenden Bestimmungen sind nach bekannter Angabe genau ausgeführt; die Thiere wurden durch Opiumtinctur vor dem Versuche betäubt.

#### I. Reizung des Herzens durch Inductionsschläge.

Wenn die Inductionsschläge in die Herzkammern eintreffen, so ändert sich die Bewegung derselben dahin, dass die einzelnen Muskel-

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. 2. Bd. p. 155.

bündel nicht mehr gleichzeitig zucken, sondern dass das eine erschlafft ist, während sich ein anderes benachbartes verkürzt; dabei hat es jedoch den Anschein, als ob von allen Fasern in gleicher Zeit und gleichviel Bewegungen ausgeführt würden. — Die Zusammenziehungen jedes einzelnen Bündels folgen sich einander rascher, als dieses vor der Einwirkung der Inductionsströme geschah; unter Berücksichtigung des vorhergehenden Satzes kann man also die Zahl der Herzschläge eine beschleunigte nennen. Aber es ist die Folge der Zusammenziehungen niemals eine so rasche, dass der Anschein einer dauernden durch keinen Nachlass unterbrochenen Zusammenziehung entstände, sondern es ist jede Zuckung von der folgenden und vorhergehenden durch eine merklich andauernde Erschlaffungszeit geschieden. — Mit der steigenden Beschleunigung in der Contractionsfolge nimmt zugleich der Umfang der Verkürzung ab, wie dieses augenscheinlich durch die Ausdehnung der Ventrikel bezeugt wird, die um so grösser ist, je rascher die Vibrationen der Herzoberfläche einander folgen.

Wird das Herz dem Einflusse der Inductionsschläge entzogen, so dauert die Bewegung unter der Form, die sie durch den Reiz empfing, noch längere Zeit hindurch an, worauf sie meist plötzlich in die gewöhnliche Art der Zusammenziehung übergeht, indem sich alle Ventricularfasern gleichzeitig kräftiger und seltener verkürzen. Zu diesen schon durch K. Ludwig und Hoffa [1]) bekannten Thatsachen füge ich folgende neue.

Die Empfänglichkeit des Herzens für Inductionsreize ist eine ausserordentlich grosse. Unter Anwendung der von mir benützten Vorrichtungen wurden die Herzschläge schon sehr beschleunigt, wenn die Drahtwindungen noch 120 Millim. von einander entfernt standen; und nach einer 1·5 Sec. dauernden Reizung trat bei selbst grossen Hunden der Tod ein, wenn die Rollen bis auf 90 Millim. genähert waren. Um einen Begriff von der Stärke der reizenden Ströme in der zuerst genannten Stellung zu erhalten, diene die Angabe, dass die Inductionsschläge kaum im Stande waren, eine Empfindung auf der Zunge zu

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin, IX. Bd. 1849.

erregen, wenn sie auf die Oberfläche derselben geleitet wurden durch die gleichweit, wie im Herzen, von einander abstehenden Nadeln.

Die Zahl der Herzzusammenziehungen ändert sich mit den Inductionsschlägen so, dass sie bei der gleichen Stärke der letzteren um so mehr zunimmt, je länger das Herz unter ihrer Einwirkung steht; diese Erscheinung hängt offenbar mit den Nachwirkungen zusammen, die jeder Schlag zurücklässt. — Was die geringere Stärke der Inductionsschläge bei längerer Einwirkungsdauer leistet, das vermag auch der kräftigere Inductionsstrom in kürzerer Zeit herbeizuführen, d. h. es nimmt die Zahl der Herzschläge bei gleicher Anwendungsdauer zu, wenn die Stärke des reizenden Stromes steigt.

Zu dem über die Nachwirkung Bekannten hätte ich noch zuzufügen, dass zuweilen der Uebergang der flimmernden in die gewöhnliche Herzbewegung stossweise geschieht, in der Art, dass der ungleichzeitige Contractionsmodus von einem Herzschlage mit gleichzeitiger Zusammenziehung aller Muskelbündel unterbrochen wird, dass dann das Flimmern, wenn auch schwächer, wiederkehrt, dann wieder ein normaler Herzschlag u. s. f., bis endlich die letzteren stetig auf einander folgen.

Als Beispiele für die gegebenen Mittheilungen folgen zwei Beobachtungen an Hunden mit geschlossenem Brustkasten.

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Sec. | Entfern. der Rollen in Mm. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Verhältnisszahl der Herzschl., diejenige vor d. Reizung = 1 |
|---|---|---|---|---|
| **1. Versuch.** | | | | |
| Vor der Reizung .... | — | — | 73 | 1·00 |
| Während der Reizung | 3·46 | 120 | 112 | 1·53 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 74 | 1·01 |
| Nach 9″ wieder gereizt während ..... | 2·31 | 120 | 116 | 1·58 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 75 | 1·02 |
| Nach 11″ wieder ger. | 4·15 | 120 | 120 | 1·64 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 91 | 1·24 |

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Sec. | Entfernung der Rollen in Mm. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Verhältniszahl der Herzschl., diejenige vor d. Reizung = 1. |
|---|---|---|---|---|
| 2. Versuch. | | | | |
| Vor der Reizung .... | — | — | 90 | 1·00 |
| Während der Reizung | 2·31 | 120 | 116 | 1·28 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 95 | 1·05 |
| Nach 7″ wieder ger. | 2·77 | 110 | 171 | 1·90 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 103 | 1·14 |
| Nach 11″ wieder ger. | 1·84 | 90 | 194 | 2·15 |
| Kurz nachher ..... | — | — | 172 | 1·91 |
| Tod der Thieres. | | | | |

Der *Seitendruck* in der *A. Carotis* erleidet während der Inductionsreizung jedesmal eine Verminderung und zwar eine um so grössere, je bedeutender die Wirkungsdauer und die Stärke der Reizungsschläge war. Ausdrücklich muss ich bemerken, dass es mir nie geglückt ist, eine Steigerung des Blutdrucks durch die Inductionsreizung zu erhalten; sobald ihr Einfluss auf das Herz überhaupt merklich war, sank auch der Druck. Das Sinken des Druckes ist in vollkommener Uebereinstimmung mit der Beobachtung, dass sich der mittlere Umfang des Ventrikels in Folge der Inductionsreizung ausdehnte.

Zur Zeit der Nachwirkung verhält sich jedoch der Blutdruck so, dass er nach einer so eben vorübergegangenen, ganz schwachen Erregung etwas über den Werth steigt, der vor Beginn aller Reizung vorhanden war. War dagegen der einwirkende Inductionsstrom nur einigermassen mächtig gewesen, so blieb auch nach der Einstellung der Schläge ein verminderter Blutdruck zurück. — Es folgen zwei Beispiele an Hunden mit geschlossenem Brustkasten

| Bemerkungen. | Reizungsdauer in Secunden. | Abstand der Rollen. | Mittlerer Seitendruck in Mm. Hg. | Verhältnisszahl des Blutdruckes, derjen. vor der Reizung = 1. |
|---|---|---|---|---|
| **3. Versuch.** | | | | |
| Vor der Reizung .... | — | — | 38·4 | 1·00 |
| Während der Reizung | 18·95 | 120 | 35·8 | 0·93 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 40·4 | 1·05 |
| Nach 28″ wieder ger.. | 30·88 | 120 | 27·6 | 0·72 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 39.3 | 1·02 |
| Nach 12″ wieder ger.. | — | 90 | 22·4 | 0·58 |
| Tod des Thieres. | | | | |
| **4. Versuch.** | | | | |
| Vor der Reizung .... | — | — | 90·7 | 1·00 |
| Während der Reizung | 2·31 | 120 | 51·3 | 0·56 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 96·2 | 1·06 |
| Nach 6″ neue Reizung | 2.8 | 110 | 51·2 | 0·56 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 66·3 | 0.73 |
| Nach 10″ neue Reizung | 2·4 | 100 | 43·7 | 0·48 |
| Nach der Reizung ... | — | — | 64·9 | 0·72 |
| Nach 8″ neue Reizung | 1·85 | 90 | 35·5 | 0·39 |
| Tod des Thieres. | | | | |

Obwohl es schon aus der Uebereinstimmung, das intensive und dauernde Reizung die Zahl der Herzschläge mehrt und zugleich den Werth des Blutdruckes mindert, klar ist, dass das Sinken des Blutdruckes und die über ein gewisses Maass hinaus gesteigerte Zahl der Herzschläge gleichzeitig bestehen, so halte ich es doch nicht für überflüssig, auch hiefür noch einen besonderen Beobachtungsbeleg zu geben, der zugleich einen genauen Nachweis über den Gang der erscheinenden Nachwirkung enthält.

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung oder Pause in Sec. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Mittlerer Blutdr. in MmHg. | Verhältniszahl d. Herzschl. | Verhältniszahl d. Blutdr. |
|---|---|---|---|---|---|
| **5. Versuch.** | | | | | |
| Vor der Reizung. . . . | — | 45 | 152·5 | 1·00 | 1·00 |
| Während der Reizung | 9·58 | 134 | 69·3 | 2·97 | 0·45 |
| Nach der Reizung . . | von 0 bis 4·48 | 80 | 116·7 | 1·77 | 0·76 |
| | „ 4·48 „ 8·96 | 80 | 128·6 | 1·77 | 0·84 |
| | „ 8·96 „ 13·44 | 63 | 134·5 | 1·40 | 0·88 |
| Neue Reizung . . . . . | 12·44 | 151 | 62·2 | 3·35 | 0·41 |
| Nach der Reizung . . | „ 0 bis 5·30 | 73 | 122·7 | 1·62 | 0·80 |
| | „ 5·30 „ 10·60 | 73 | 127·9 | 1·62 | 0·83 |
| | „ 10·60 „ 15·90 | 59 | 155·3 | 1·31 | 1·01 |

Die bis dahin mitgetheilten Beobachtungen veranlassen zu folgenden Bemerkungen.

1. Das Herz geräth unter dem Einflusse der Inductionsschläge nicht in Tetanus, oder wenn man den Wortstreit vermeiden will, die tetanisirende Reizung verleiht den Herzbewegungen einen ganz andern Charakter als den Zusammenziehungen in einem jeden andern quergestreiften Muskel, sei es, dass sie diesen selbst oder auch seine Nerven trifft. Denn es sind im Herzen die einzelnen Acte der Zusammenziehung unterbrochen, durch merkliche Zeiten der Abspannung, und obwohl die beschleunigten Bewegungen hier unter dem Einfluss von sehr schwachen Schlägen auftreten, bedingen sie doch sogleich mit ihrem Eintritt statt einer wachsenden Verminderung des Herzumfanges während der Contractionszeit, sogleich eine zunehmende Verlängerung desselben in jener Zeit.

2. Die Abnahme des Blutdruckes, die während der Inductionsreizung beobachtet wird, ist abhängig von einer Abschwächung, welche entweder das gesammte Herz, oder auch nur die Organe der automatischen Reizung erfahren, und zwar wahrscheinlich wegen der über ein gewisses Maass beschleunigten Schlagfolge. — Unter Voraussetzung gleicher Dimensionen der Blutgefässe und gleicher Reibungscoëfficienten der Wandungen ist bekanntlich der Werth des Blutdruckes nur

noch veränderlich mit der Geschwindigkeit des Blutstromes in der Aorta. Dieser ist aber eine Folge der Blutmassen, welche zum Herzen geführt werden, der Kraft, mit welcher sich die Muskeln desselben zusammenziehen und des Antheils dieser letzteren, welche dem ausgetriebenen Herzinhalt zu Gute kommt. Da nun weiter das der Inductionsreizung unterworfene Herz von Blut ausgedehnt ist, so befindet es sich unter solchen Bedingungen, vermöge welcher die von seinen Muskeln entwickelten Kräfte dem reichlich vorhandenen Blut auch vorzugsweise zu Gute kommen müssten. Wenn also trotzdem der Blutdruck absinkt, so kann dieses nur von einer Verminderung der Muskelkräfte überhaupt herrühren.

3. Die vorsichtig geregelte Herzinduction giebt uns ein Mittel an die Hand, den Blutdruck unterhalb seines gewöhnlichen Maasses in allen möglichen Abstufungen, und zwar dauernd herabzudrücken. Sie tritt damit als ein neues und wichtiges Mittel in die Reihe derjenigen, durch welche gewisse physiologische Vorgänge in ihrer Abhängigkeit vom Blutdruck und von der Blutgeschwindigkeit untersucht werden sollen.

4. Der Tod, der in Folge dieser Art von Herzreizung beobachtet wird, ist abhängig von der Erniedrigung des Druckes und der Geschwindigkeit des Blutstromes. Es verdient bemerkt zu werden, dass es auf diese Weise gelingt, den Tod eines Thieres ohne Verletzung seiner Nervencentren und ohne Veränderung seiner Blutmasse bequem herbeizuführen.

### II. Reizung des Herzens und n. Vagus durch Inductionsschläge.

Da es der Vagusreizung nicht gelingt, ein Herz zum Stillstand zu bringen, das durch einen Inductionsreiz aufgeregt war, so schloss man, dass die durch den unmittelbaren Reiz eingeleiteten Bewegungen überhaupt nicht durch den n. Vagus beeinflusst werden könnten. Indem ich diesen Satz einer weitern Prüfung unterzog, verfuhr ich so, dass ich entweder Herz und Vagus gleichzeitig erregte; oder den Einfluss der Reizung des n. Vagus auf die noch vorhandene Nachwirkung der unmittelbaren Herzerregung, oder endlich den Einfluss der Inductionsschläge auf das Herz prüfte, während dieses noch unter der Herrschaft

der Nacherregung des n. Vagus stand. Indem ich die Bedeutung der Vaguserregung für die Nachwirkung der unmittelbaren Herzreizung aufsuchte, musste ich so verfahren, dass ich zuerst das Herz, dann den n. Vagus und darauf wieder das Herz reizte; ohne die vorgängige Vagusreizung war das Herz meist zu empfindlich, als dass es die Zumuthung einer Minuten langen, wenn auch nur einigermassen ausgiebigen directen Reizung, wie es der Versuch hier verlangte, hätte ertragen können.

Jede der genannten Versuchsreihen führte zu dem Ergebniss, dass die Erregung des n. Vagus die Wirkungen der unmittelbaren Herzreizung vermindert, oder zum Verschwinden bringt, respective in ihr Gegentheil umkehrt; im Einzelnen gestaltete sich die Sache folgendermassen:

*a)* Bei gleichzeitiger Erregung des n. Vagus und des Herzens konnten die Herzschläge nicht vollkommen zum Stillstand gebracht werden, aber die Zahl derselben erhob sich auch nicht bis zu der Höhe, die vor aller Reizung vorhanden war; dem entsprechend verhielt sich auch der Blutdruck weder so wie bei der alleinigen Vagusreizung, noch auch derartig wie bei ausschliessend unmittelbarer Herzreizung; gewöhnlich stand er zwar niedriger wie an dem noch unberührten Herzen, zuweilen aber auch höher. Die Erscheinungen die man gewahrte, standen mit einem Worte in der Mitte zwischen den beiden Reizungen, und ob sie der einen oder andern Seite mehr genähert waren, hing von dem Verhältniss ab, in dem die beiden Reize zu einander standen.

*b)* Wurde das Herz nach vorgängiger Erregung des n. Vagus gereizt, so wurde der Herzschlag weniger beschleunigt und der Blutdruck weniger herabgedrückt, als dieses sonst durch die Herzreizung zu geschehen pflegte; dass man in dieser Beziehung sich nicht täuschte, ging deutlich aus einzelnen Fällen hervor, in welchen während der Herzreizung der Herzschlag seltener und der Blutdruck höher war, als vor der Erregung des n. Vagus. Ausser der Stärke der Reize war es für den Erfolg der unmittelbaren Reizung von Belang, wie bald sie nach der des n. Vagus geschah.

Das Entgegenwirken des Vagus und der Herzreizung wird auch

noch durch die Beobachtung beleuchtet, dass es in den beiden Versuchsreihen *a* und *b* möglich war, die Rollen des wie früher geladenen Inductionstromes sich nähern zu lassen, bis auf 30 Millim., während ohne gleichzeitige oder vorgängige Reizung des n. Vagus schon die Annäherung bis auf 90 Millim. tödtlich war.

*c)* Das Herzzittern, welches die unmittelbare Herzerregung zurückliess, konnte durch die Vaguserregung wieder zum Stillstand gebracht werden, wobei der Blutdruck rasch und tief sank; nach aufgehobener Reizung auch des n. Vagus stieg der Blutdruck gewöhnlich höher wie vor aller Reizung.

Diese Angaben werden durch folgende Beispiele belegt.

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Sec. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Mittlerer Blutdr. in Mm. Hg. | Verhältnisszahl der Herzschl. vor der Reizung = 1. | Verhältnisszahl d. Blutdruckes vor der Reizung = 1. |
|---|---|---|---|---|---|
| **6. Versuch** (der rechte Vagus und das Herz gereizt). | | | | | |
| Vor der Reizung . . . | — | 69 | 45·0 | 1·00 | 1·00 |
| Vagusreizung . . . . . | 6·38 | 0 | 30·6 | 0 | 0·68 |
| Herz- u. Vagusreizung | 14·08 | 53 | 35·9 | 0·76 | 0·80 |
| Vagus allein . . . . . | 8·36 | 0 | 23·7 | 0 | 0·52 |
| Nach Schluss der Reiz. | — | 49 | 46·0 | 0·71 | 1·02 |
| (Nach 10 Minuten). | | | | | |
| Vor der Reizung . . . . | — | 66 | 37·8 | 1·00 | 1·00 |
| Vagusreizung . . . . . | 4·84 | 6 | 29·3 | 0·09 | 0·77 |
| Herz- u. Vagusreizung | 16·94 | 43 | 39·8 | 0·65 | 1·05 |
| Vagusreizung . . . . . | 8·14 | 0 | 35·7 | 0 | 0·94 |
| Nach Schluss der Reiz. | — | 45 | 45.9 | 0·68 | 1·21 |
| **7. Versuch** (der rechte Vagus und das Herz gereizt). | | | | | |
| Vor der Reizung . . . . | — | — | 59·3 | — | 1·00 |
| Vagusreizung . . . . . | 7·48 | — | 30·0 | — | 0·51 |
| Herz- u. Vagusreizung | 13·20 | — | 54·0 | — | 0·91 |
| Vagusreizung . . . . . | 6·82 | — | 23·0 | — | 0·38 |
| Nach Schluss der Reiz. | — | — | 63·7 | — | 1·07 |

In den folgenden Versuchen wurde erst der Blutdruck genommen, dann der rechte n. Vagus bis zum Verschwinden der Herzschläge gereizt, dann wieder in der darauf folgenden Zeit das Herz unmittelbar durch Inductionsschläge behandelt, wie es die Zahlen angeben.

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Secunden. | Mittlerer Blutdruck in Mm. Hg. | Verhältniss d. Blutdr. vor der Reizung = 1. |
|---|---|---|---|
| 8. Versuch. | | | |
| Vor der Reizung .... | — | 101·1 | 1·00 |
| Herzreizung ..... | von 0 bis 3·8 | 103·4 | 1·02 |
| Ohne Reizung..... | „ 3·8 „ 7·8 | 101·4 | 1·00 |
| Herzreizung..... | „ 7·8 „ 11·6 | 101·1 | 1·00 |
| Ohne Reizung..... | „ 11·6 „ 17·6 | 101·5 | 1·00 |
| Herzreizung ..... | „ 17·6 „ 23·5 | 95·0 | 1·93 |
| Ohne Reizung..... | „ 23·5 „ 30·5 | 107·0 | 1·05 |
| Herzreizung ..... | „ 30·5 „ 35·3 | 92·3 | 0·91 |

Auf Grund der so eben mitgetheilten Beobachtungen lässt sich aussprechen:

1. Die Zustände, welche von der unmittelbaren Herzreizung und der Erregung des n. Vagus erzeugt werden, stehen mit Rücksicht auf die Bewegung des Herzens im geraden Gegensatze; die durch die Betheiligung beider Erregungen erzeugte Ruhe ist also das Resultat einer inneren, in's Gleichgewicht gekommenen Nerventhätigkeit. Dessenungeachtet können doch während ihres Bestehens die zuckenden oder Zuckung auslösenden Theile sich von früheren Anstrengungen erholen. Der erste Theil dieses Satzes, der bekanntlich von Ed. Weber zuerst ausgesprochen wurde, und zwar mit Bezug auf gesteigerte Erregungen des n. Vagus und der automatischen Organe in dem Herzen selbst, findet in den mitgetheilten Thatsachen seine Erweiterung auch auf die elektrischen Erregungen der Herzmasse. — Der zweite Theil des Satzes, dass nämlich sich in der Vaguspause auch die Störungen wieder ausgleichen, welche durch vorausgegangene Zuckungen in den Motoren des Herzens erzeugt sind (K. Ludwig), wird durch unsere Versuche ausser Zweifel gesetzt. Hiermit erklärt sich auch die para-

doxe Erscheinung, dass zwei Einflüsse, von denen jeder für sich die Herzarbeit herabsetzt, resp. den Blutdruck mindert, gleichzeitig angewendet den Blutdruck und den mittleren Umfang der Herzzusammenziehung steigern. Denn wenn die rasche Folge der Schläge, welche die unmittelbare Herzreizung für sich allein erzeugt, durch eine Erregung der n. Vagi gemässigt wird, so kann in der zuckungsfreien Zeit das Herz die Erregbarkeit wieder gewinnen, und somit Schläge ausführen, die (je nach der Länge der Pause) kräftiger sind, als sie vor aller Reizung waren.

2. Die Herzlähmung, welche die Inductionsschläge veranlassen, ist bedingt durch die Veränderungen, welche die durch sie eingeleitete Herzbewegung erzeugt; dieses geht einfach aus der Erfahrung hervor, dass bei bestehender Erregung des n. Vagus verhältnissmässig starke Inductionsschläge ihre lähmende Kraft verlieren; dieser Satz füllt die Lücke aus, welche im Beweise unter I, 2 (p. 9) noch gelassen wurde.

Insofern man annimmt, dass die Erregung des n. Vagus nicht unmittelbar die Muskeln beruhigt, sondern erst vermittelst irgend welcher anderer Organe, z. B. der Ganglien, darf man behaupten, dass auch die Inductionsschläge Bewegungen auslösen durch einen Angriff auf jene Organe, nicht aber durch eine unmittelbare Erregung der Muskeln.

### III. Reizung des Herzens durch den constanten Strom.

Indem ich das Herz durch den constanten Strom zu reizen trachtete, musste ich verzichten auf die Anwendung der schönen Methoden, welche die Berliner elektro-physiologische Schule für die Erregung des Nerven-Muskelpräparates benutzt hat. Die Gründe hierfür sind naheliegend. Denn wäre es mir selbst gelungen, was nicht unmöglich war, die unpolarisirbaren Elektroden an das Herz zu legen, so würde dieses doch zwecklos gewesen sein: einmal weil der Widerstand der Lunge, die für das in seiner Lage befindliche Herz als Nebenschliessung wirkt, mit den Athembewegungen veränderlich ist, und dann weil sich mit der Herzbewegung sowohl der Abstand der an dem Ventrikel befestigten Elektroden, als auch die Dichtigkeit des Stromarmes, der durch das Herz geht, ändert. Zu den hierher gehörigen Versuchen wurde also ein Strom von nur annähernd gleicher Stärke

verwendet. Die aus der Kette hervorgehenden beiden Stromarme hatte ich in je zwei Zweige gespalten, der eine fasste das Herz, der andere einen Rheostaten zwischen sich; ich konnte also die Reizung von geringen zu immer stärkeren Werthen anschwellen lassen.

Wenn der reizende Strom bei gleicher Schliessungsdauer von geringerer zu immer grösserer Stärke anwächst, so wird, wie zuerst Eckhard angegeben, die Herzbewegung anfangs eine mehr und mehr beschleunigte, und zugleich steigt hierbei der Seitendruck des Blutes bedeutend; diese Erhöhung des Blutdruckes erreicht jedoch mit der steigenden Stromstärke bald ein Maximum, indem er mit der noch weiter fortwachsenden Stromintensität abnimmt, und zwar so weit, bis endlich das Herz und zwar in Diastole stille steht, in Folge dessen das Thier alsbald stirbt. Eine jede, wenn auch nur kurz dauernde Reizungsperiode hinterlässt nach ihrem Schlusse eine Nachwirkung, in welcher die Herzschläge zwar noch häufiger als vor der Reizung bleiben, der Blutdruck jedoch unter das Maass sinkt, welches er vor dem Eindringen des constanten Stromes besass. Diesem Reizungsrückstande ist es zuzuschreiben, dass sich mit der dauernden Einwirkung desselben constanten Stromes der Herzschlag mehr und mehr beschleunigt, und dass ein Strom, der zu einem Herzen geleitet wird, welches vor Kurzem schon einmal demselben Strome ausgesetzt war, jetzt einen viel häufigeren Herzschlag erzeugt, als er es zum ersten Male that.

Beispiele geben die folgenden Tabellen:

| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Sec. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Verhältnisszahl d. Herzschläge, vor der Reizung = 1. | Mittlerer Blutdr. in Mm. Hg. | Verhältnisszahl d. Blutdrucks vor d. Reizung = 1. |
|---|---|---|---|---|---|
| **9. Versuch.** | | | | | |
| Vor der Reizung . . . | — | 118 | 1·00 | — | — |
| Während der Reizung | 7·62 | 165 | 1·39 | — | — |
| Nach der Reizung . . | — | 129 | 1·09 | — | — |
| Nach 10″ neue Reizung | 8·0 | 200 | 1·69 | — | — |
| Nach der Reizung . . . | — | 153 | 1·29 | — | — |
| Nach 10″ neue Reizung | 7 | 222 | 1·89 | — | — |
| Nach der Reizung . . . | — | 212 | 1·79 | — | — |

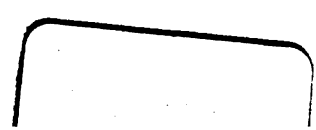
| Bemerkungen. | Dauer der Reizung in Sec. | Zahl der Herzschl. in 30 Sec. | Verhältnisszahl d. Herzschläge, vor der Reizung = 1. | Mittlerer Blutdr. in Mm. Hg. | Verhältnisszahl d. Blutdrucks, vor der Reizung = 1. |
|---|---|---|---|---|---|
| **10. Versuch.** | | | | | |
| Vor der Reizung . . . | — | 119 | 1·00 | 114·3 | 1·00 |
| Während der Reizung | 7 | 202 | 1·56 | 130·8 | 1·14 |
| Nach der Reizung . . . | — | 157 | 1·21 | 112·9 | 0·98 |
| Nach 10″ neue Reizung | 8 | 216 | 1·68 | 23·1 | 1·07 |
| Nach der Reizung . . . | — | 157 | 1·21 | 113·3 | 0·99 |
| Nach 10″ neue Reizung | 10 | 245 | 1·87 | 117·9 | 1·03 |
| Nach der Reizung . . . | — | 216 | 1·68 | 111·7 | 0·97 |
| **11. Versuch.** | | | | | |
| Vor der Reizung . . . | — | — | — | 91·7 | 1·00 |
| Während der Reizung | 5 | — | — | 129·1 | 1·47 |
| Nach der Reizung . . . | — | — | — | 83.3 | 0·91 |
| Nach 10″ neue Reizung | 5 | — | — | 106·7 | 1·16 |
| Nach der Reizung . . . | — | — | — | 85·6 | 0·93 |
| Nach 10″ neue Reizung | 10 | — | — | 132·1 | 1.44 |
| Nach der Reizung . . . | — | — | — | 80·4 | 0·87 |

Die bis dahin gewonnenen Erfahrungen genügen natürlich nicht, um eine Hypothese darüber aufzustellen, wie der constante Strom die reizbaren Herztheile verändert; dieses Unternehmen müsste, von allen anderen abgesehen, schon darum scheitern, weil im Herzen zu andern schon besser bekannten physiologischen Bedingungen eine neue hinzutritt, welche sich aus einem noch unbekannten Grunde periodisch so ändert, dass sie selbst zum Nervenreiz wird. Es liesse sich denken, dass ein constanter Strom den Ablauf dieser Periode beschleunigte, so dass dieser also hier vermöge eines Umstandes wirkte, der bei einem Muskel-Nervenpräparate gar nicht in Betracht käme. Wenn ich nun trotzdem mir noch weitere Bemerkungen erlaube, so geschieht dieses nur in Hinblick auf die Streitfrage, welche sich zwischen Eckhard und Heidenhain erhoben hat. Der letztere Gelehrte sucht bekanntlich die von dem Ersteren beobachtete Beschleunigung der

Herzschläge durch den constanten Strom auf gleiche Linie zu stellen mit der schönen Entdeckung Pflüger's, dass ein sehr schwacher constanter Strom auch das Muskel-Nervenpräparat in Tetanus versetzen könne. Dieser Vergleich erscheint mir aber unhaltbar, denn 1) kommt das Herz durch den sogenannten constanten Strom gar nicht in Tetanus; 2) der Strom, welcher das Herz durchzieht, ist aus schon angegebenem Grunde gar kein constanter, und 3) der Strom, welcher das Herz zu beschleunigter Schlagfolge anregte, ist viel stärker als der, welcher den Froschnerven tetanisirt.

Wollte man das Herz als eine einfache Zusammenstellung von Muskeln und Nerven ansehen, so schiene es mir am nächsten zu liegen, den Grund für die beschleunigenden Kräfte des sogenannten constanten Stromes in der Veränderung desselben zu suchen, die er durch die Herzbewegungen selbst erfährt. Erinnert man sich, dass das Herz sehr empfindlich ist gegen jede elektrische Stromesschwankung und dass ausserdem jede, wenn auch noch so vorübergehende Reizung, das Herz in einem Zustand zurücklässt, der es zu einer rascheren Schlagfolge geschickt macht, so liesse sich der Hergang folgendermassen deuten: Die erste Schliessung der constanten Kette bedingt eine Herzreizung und in Folge dessen einen Schlag; diese Bewegung verändert aber selbst wieder den durch das Herz gehenden Strom, und diese neue Reizung, welche ein erregbar gewordenes Herz trifft, bedingt eine zweite, schon stärkere Zusammenziehung u. s. f.; hieraus würde zugleich ersichtlich, warum mit der steigenden Einwirkungsdauer die Zahl der Schläge in der Zeiteinheit zunehmen müsste. Diese Erklärungsweise könnte von zwei Seiten her angegriffen werden. Eckhard, dem sie sich gleich Anfangs aufdrängte, verwarf sie darum wieder, weil es ihm nicht gelang, während der Herzbewegung einen Froschschenkel zucken zu sehen, dessen Nerv in denselben constanten Strom eingeschaltet war, der auch das Herz aufgenommen hatte; er glaubte daraus beweisen zu können, dass überhaupt keine zur Nervenreizung genügende Stromesschwankung stattgefunden. Nehmen wir nun auch an, was aber doch selbst noch fraglich ist, dass die Nerven des Herzens keine grössere Erregbarkeit besitzen, als die des Schenkels, so würde jener Beweis immer noch nicht überzeugend sein. Denn es

wäre ganz wohl möglich, dass bei der Zusammenziehung des Herzens die Stärke des Gesammtstromes unverändert geblieben wäre und sich dabei doch geändert hätte die Stärke der Partialströmungen, welche durch die einzelnen Abtheilungen des Herzens gehen, und zwar darum, weil sich in einzelnen Stücken desselben die Dimensionen, der Blutgehalt u. s. w. durch die Zusammenziehung geändert hätte. Einen andern Einwand gegen die Annahme, dass der sogenannte constante Strom nur insoferne reizt, als er zu einem veränderlichen wird, könnte man nehmen wollen aus dem Unterschiede des Blutdruckes (und der Stärke der Herzschläge) bei der Reizung mit dem constanten und derjenigen mit dem intermittirenden Strome. In der That besteht derselbe aber nur so lange, als der constante Strom wegen seiner längeren Dauer oder seiner geringeren Stärke die Zahl der Herzschläge nicht über ein gewisses Maass steigert; ist dieses überschritten, so decken sich die Erfolge des Inductions- und des constanten Stromes, und es wäre also erst genauer nachzusehen, ob man nicht auch noch durch mancherlei Kunstgriffe mit dem intermittirenden Strome dasselbe erreichen könnte, was innerhalb derselben Grenzen der ununterbrochene leistet.

Wichtiger als für die Theorie der Herzbewegungen sind die mit dem constanten Strome gewonnenen Erfahrungen für die Kreislaufsänderung; denn sie geben uns ein sicheres und einfaches Mittel an die Hand, um durch die Herzbewegung allein den Blutdruck in nicht unbeträchtlichen Grenzen augenblicklich zu erhöhen.

Druck der G. D. Brühl'schen Univ.-Buchdruckerei u. lith. Anstalt in Giessen.